

KÄYTTÄJÄKUNNOSSAPIDON KÄYTTÖÖNOTTO KOKOONPANOOTEHTAALLA

Arto Hölttä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011

Paperikoneteknologian koulutusohjelma
Teknologiayksikkö



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) HÖLTTÄ, Arto	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 06.05.2011
	Sivumäärä 50 + 1	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto kokoonpanotehtaalla		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) MARJAKOSKI, Mikko		
Toimeksiantaja(t)		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto kansainvälisen konepajayrityksen kokoonpanotehtaalla. Käyttäjäkunnossapidossa koneiden käyttöhenkilökunta ottaa vastuuta laitteidensa kunnosta ja suorittaa tarkastus – ja havainnointitehtäviä laitteen kuntoon liittyen sekä yksinkertaisia huoltotehtäviä. Menetelmän tarkoitus on parantaa laitteiden luotettavuutta ja hälventää rajaa tuotannon ja kunnossapidon väliltä sekä lisätä näiden kahden kommunikointia.</p> <p>Kokoonpanotehtaalta valittiin yksi työpiste pilottikohteeksi, johon käyttöönotto toteutettiin. Opinnäytetyössä luotiin tarvittava ohjeistus ja standardisointi, jonka avulla käyttäjäkunnossapitoa pystytään suorittamaan. Tarkoituksena oli myös, että yritys pystyy pilottikohteessa saatujen kokemusten ja ohjeistuksen avulla monistamaan menetelmää muihin työpisteisiin.</p> <p>Työ aloitettiin saattamalla pilottikohteen työympäristö asianmukaiselle tasolle, jotta käyttäjäkunnossapito olisi mahdollisimman tehokasta. Tämä tapahtui 5S – menetelmällä. 5S on menetelmä, jolla parannetaan työtilan siisteyttä, järjestystä ja turvallisuutta sekä standardisoidaan työmenetelmät. Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto toteutettiin seitsemänportaisen ohjelman avulla. Ohjelma saatiin vietyä siihen vaiheeseen, että käyttöhenkilökuntaa ryhdyttiin kouluttamaan uuden menetelmän suorittamiseen. Koulutuksen jälkeen pilottikohteen käyttäjäkunnossapito pystytään aloittamaan välittömästi. Opinnäytetyössä myös suunniteltiin kuinka uutta menetelmää ryhdytään seuraamaan ja kehittämään yhä tehokkaammaksi. Samalla työssä tehtiin huomioita yrityksen kunnossapidon yleisestä tilasta ja mahdollisista kehitysmahdollisuuksista.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kunnossapito, Käyttäjäkunnossapito, ODR, 5S		
Muut tiedot		



Author(s) HÖLTTÄ, Arto	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 06.05.2011
	Pages 50 + 1	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title Implementation of operator driven reliability at the assembly factory		
Degree Programme Paper machine technology		
Tutor(s) MARJAKOSKI, Mikko		
Assigned by		
<p>Abstract</p> <p>The goal of this bachelor's thesis was to implement operator driven reliability (ODR) at the assembly plant of an international company. In ODR machine operators are taking responsibility for the condition of their machinery and they conduct inspection and maintenance tasks. The purpose of this method is to improve the reliability of machinery and dispel borderlines between production and maintenance people and also to improve the communication between these two groups.</p> <p>One workstation from the assembly plant was selected as a pilot project and this thesis work was executed in that workstation. Necessary instructions and standards were created so that ODR could be managed properly. One aim of the thesis was, that the company is afterwards able to duplicate this method in other workstations with the assistance from the experiences and instructions of the pilot project.</p> <p>The work was launched by organizing the workstation in a way that the ODR can be conducted effectively. This was done with the 5S – method. In 5S, workstations neatness, order and safety are enhanced and all work procedures are standardized. ODR implementation was carried out with the seven step – program. During this thesis work, the program was taken in a state where the operator training for the new method was started. After the training the operators of the pilot workstation are able to carry out ODR immediately. In this thesis work plans were made how to monitor ODR and develop it to become more effective. During the thesis work, the state of the company's maintenance operation was observed and some improvement opportunities were stated.</p>		
Keywords Maintenance, Operator driven reliability, ODR, 5S		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	4
2 TAVOITTEET	5
3 TYÖN KOHDE	5
4 TUOTANTOJÄRJESTELMÄ	8
4.1 Lean – tuotanto	9
4.1.1 Historia	9
4.1.2 Lean tuotanto lyhyesti	9
4.1.3 Hukan eliminointi	10
4.1.4 Lean – tuotannon työkalut	11
5 KUNNOSSAPITO	14
5.1 Kunnossapidon määritelmä	14
5.1.1 Käyttövarmuus	15
5.1.2 Tuotannon kokonaistehokkuus	15
5.1.3 Kunnossapito osana tuotteen elinkaarta	16
5.2 Kunnossapidon lajit	18
5.2.1 Suunniteltu kunnossapito	18
5.2.2 Häiriökorjaus	20
5.3 Kunnossapito Suomessa	20
5.4 Käyttäjäkunnossapito	21
5.4.1 ODR:n hyödyt	22
5.4.2 ODR käytännössä	23
6 TOTEUTUS	26
6.1 Lähtökohdat	26
6.2 Toteutus	30
6.2.1 5S:n toteutus	31
6.2.2 ODR:n toteutus	33
6.3 Tulokset	38

6.3.1 5S:n tulokset.....	39
6.3.2 ODR:n tulokset.....	42
6.3.3 Mittarointi	44
6.3.4 Kehitysehdotuksia	46
7 POHDINTA.....	48
7.1 Tavoitteiden saavuttaminen	48
7.2 Yhteenveto	49
LÄHTEET	50
LIITTEET.....	51
Liite 1. Opinnäytetyön aikataulu	51

KUVIOT

KUVIO 1 Täyttövaiheen työpiste.....	7
KUVIO 2 Täyttölaitteen näyttöpääte.....	7
KUVIO 3 Käyttövarmuus	15
KUVIO 4 Kunnossapito tuotanto - omaisuuden elinkaareissa (Marjakoski, 2010)	17
KUVIO 5 Kunnossapitolajit PSK 6201 – standardin mukaan.....	18
KUVIO 6 Kustannusten jakautuminen kunnossapidon eri osa-alueiden välillä suomalaisessa teollisuudessa. (Kunnossapitoyhdistys ry, 2007)	20
KUVIO 7 Kunnossapidon osa-alueiden kehitystrendi Suomen teollisuudessa (% käytetyistä työtunneista). (Kunnossapitoyhdistys ry, 2007)	21
KUVIO 8 Täyttölaitteen sisäosa työn alussa.	28
KUVIO 9 Ylimääräisiä tarvikkeita täyttölaitteen päällä.	29
KUVIO 10 Työpisteen takaosa ennen työn alkua.....	30
KUVIO 11 ODR:n seitsemän rappua.	34
KUVIO 12 Vertailukuva täyttövaiheen työpisteestä.	40
KUVIO 13 Vertailukuva täyttövaiheen työpisteestä.	41
KUVIO 14 Vertailukuva täyttölaitteen sisältä.	42
KUVIO 15 ODR - tehtävät.....	43

KUVIO 16 ODR - tehtävien tarkastuslista	44
KUVIO 17 Häiriöiden seuranta ja mittarointi – taulukko.....	46

1 JOHDANTO

Teollisuuden ankara kilpailu on johtanut siihen, että länsimaiset yritykset siirtävät tuotantoaan yhä enemmän halvan työvoiman ja alhaisten verojen valtioihin, jotka löytyvät yleensä idästä. Jotta tuotantoa olisi kannattavaa säilyttää esimerkiksi Suomen kaltaisessa korkeiden työvoimakustannusten maassa, täytyy löytää keinoja taistella tätä ns. ”Kiina-ilmiötä” vastaan. Laatu ja tuottavuus ovat tässä taistelussa avainasemassa. Korkeiden työvoimakustannusten vuoksi tuotannon on toimittava pienemmällä henkilöstömäärällä, joten työn tuottavuutta ja sen laatua on tehostettava. Tämä taistelu vaatii välittömiä toimia ja kehittymistä, paikalleen ei saa jäädä.

Tämä opinnäytetyö tehtiin suurehkon kansainvälisen konepajakonsernin kokoonpanotehtaalte Suomessa. Salassapitosyistä tässä työssä ei mainita konsernin nimeä eikä tarkkoja tietoja kokoonpanolaitoksen tuotantoprosessista. Monien muiden isojen yhtiöiden tavoin tämäkin konserni on alkanut kiinnittää yhä enemmän huomiota toimintojensa kannattavuuteen. Se onkin startannut uuden tuotantojärjestelmän, jonka tavoitteena on mm. parantaa kilpailukykyä kovenevilla markkinoilla. Tämä opinnäytetyö on osa tuotantojärjestelmän kehitysprojektia. Työssä toteutettiin käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto kokoonpanotehtaan kokoonpanolinjan yhteen työpisteeseen. Opinnäytetyö toimi pilottikohteena ja käytäntöä on tarkoitus laajentaa myöhemmin myös muihin kokoonpanotehtaan työpisteisiin.

Työn ohjaajana Jyväskylän ammattikorkeakoulun puolelta toimi projekti – insinööri Mikko Marjakoski. Toimeksiantajan puolelta työtä ohjasi yrityksen uuden tuotantojärjestelmän kehittämisestä vastaava insinööri.

2 TAVOITTEET

Opinnäytetyön tavoitteena on saada käyttäjäkunnossapito käyttöön osassa kokoonpanolaitosta. Työn alue on rajattu yhden työpisteen käsittäväksi.

Työn tavoitteena on luoda ohjeistus ja standardisointi, jonka avulla kokoonpanohenkilöstö suorittaa kunnossapitotoimenpiteitä. Toimenpiteillä pyritään parantamaan tuotantolaitteiden luotettavuutta ja luomaan viihtyisä, siisti ja toimiva työympäristö, jossa olosuhteet pysyvät vakioina. Toimiva ja vakaa työympäristö mahdollistaa tuottavuuden kehittämisen ja hallinnan muutostilanteissa. Tyypillisiä toimenpiteitä ovat esimerkiksi puhtaanapito- ja tarkastusrutiinit, sekä pienimuotoiset ennakkohuoltotehtävät. Tarkoituksena on luoda selkeät ja visuaaliset ohjeet, jotka tukevat sekä tehtävien suorittamista että työnjohdon valvontaa. Myös käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto on osa työtä, eli uusi menetelmä koulutetaan käyttöhenkilöstölle. Työtilan siisteyttä ja järjestystä parannetaan suorittamalla 5S – menetelmän käyttöönotto ennen käyttäjäkunnossapidon aloittamista. 5S:llä luodaan hyvä alkutaso käyttäjäkunnossapidon suorittamiselle. Työn kohteeksi valitun työvaiheen ympäristö on melko helppo tämänkaltaisen työn toteuttamiseen. Toimeksiantajan näkökulmasta tämän työn suurin anti onkin käytännön kokemus siitä, miten tällaisen menetelmän käyttöönoton voi toteuttaa.

3 TYÖN KOHDE

YRITYS

Toimeksiantaja on Suomessa toimiva kansainvälinen konepajakonserni. Konserni työllistää yhteensä yli 2000 henkeä, joista noin 800 työskentelee tässä työssä käsiteltävässä toimipisteessä. Konsernin liikevaihto vuonna 2010 oli hieman yli miljardi euroa. Myyntikonttoreita konsernilla on jokaisella mantereella ja tärkeimmät markkina-alueet ovat Pohjoismaat ja Etelä-Amerikka. Työssä käsiteltävän toimipisteen valmistamat tuotteet ovat varta vasten asiakkaalle räätälöityjä ja niiden huollosta vastaa maailmanlaajuinen huolto – ja varaosaorganisaatio.

KOKOONPANOLINJA

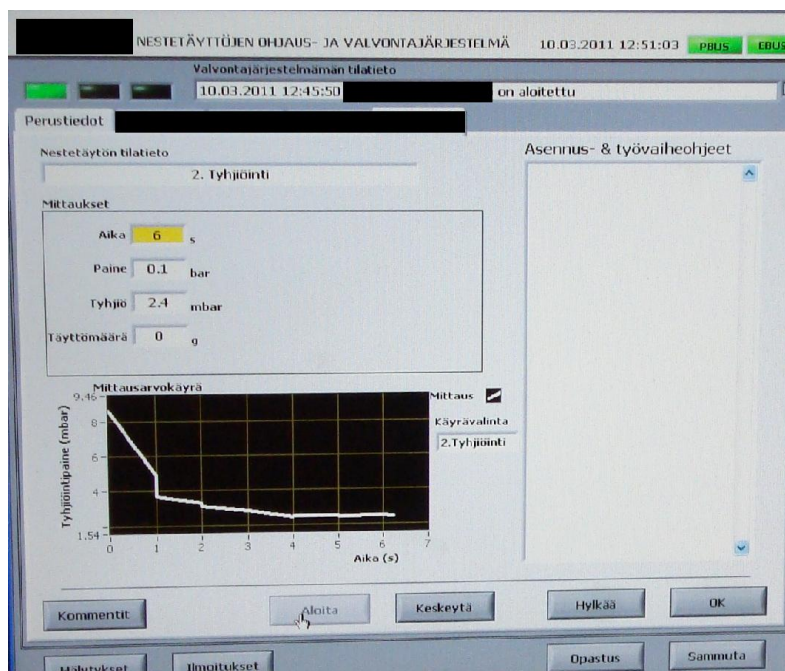
Työn kohteena oleva kokoonpanolinja valmistaa tuotteita vaiheittain. Linja on jaettu kolmeen osaan esikokoonpanoon, kokoonpanoon ja loppukokoonpanoon, näissä kussakin on useita vaiheita. Yhden vaiheen kesto eli vaiheaika on noin 15 – 20 minuuttia. Tuote kulkee linjalla vaiheesta toiseen vaiheajan määrittelemänä. Kussakin vaiheessa käsitellään ainoastaan yhtä tuotetta kerrallaan. Jokainen tuote on räätälöity asiakkaan toiveiden mukaan, joten kokoonpanoprosessissa on eroja yksittäisten tuotteiden välillä. Tämä on otettu kokoonpanotehtaalla huomioon ja kaikki tuotteet pystytään kokoamaan samoissa työpisteissä. Kokoonpanolinjalta valmistuttuaan tuote testataan linjan päässä olevassa testivaiheessa, jonka jälkeen se toimitetaan asiakkaalle. Tämä työ tehtiin kokoonpanon loppuvaiheessa sijaitsevaan täyttövaiheeseen.

Täyttövaiheessa tuotteeseen lisätään nesteitä ja tehdään pieniä asennuksia käsityökaluilla. Työpisteessä käytetään käsityökalujen lisäksi täyttölaitetta, joka pumpppaa nestesäiliöistä tarvittavan nesteen tuotteeseen. Varsinaisen täyttölaitteen lisäksi työpisteessä on jälkiasennuksena lisätty erillinen lisäpumppu, joka lisää täyttölaitteen tehoa. Kuviossa 1 nähdään täyttövaiheen työpiste. Kuvion vasemmassa laidassa, työkalujen takana on lisäpumppu ja oikeassa laidassa varsinainen täyttölaitte täyttöpäineen. Etualalla olevan ”tiimitaulun” takana olevassa kaapissa ovat nestesäiliöt, joista täyttöneste pumpataan. Täyttöprosessiin kuluu aikaa noin 6-8 minuuttia, joten vaiheajan sisällä pystytään suorittamaan kaksi täyttöä. Uusintatäyttö saatetaan joutua tekemään, jos ensimmäinen ei ole onnistunut riittävän hyvin. Täyttölaitteessa oleva itsediagnostiikka kertoo, jos täytössä on ilmennyt ongelmia. Käytännössä täytön epäonnistuminen kertoo yleensä siitä, että tuotteessa on valmistusvirhe, kuten vuotava tiiviste. Kokoonpanolinja pyörii tällä hetkellä kahdessa vuorossa. Täyttövaiheessa työskentelee joka vuorossa yksi työntekijä. Täyttövaiheella työskentelevät henkilöt ovat pääsääntöisesti aina samoja, mutta silloin tällöin on myös vaihtuvuutta eri vaiheiden välillä.



KUVIO 1 Täyttövaiheen työpiste

Täyttölaite on tietokoneohjattu ja täyttöprosessi käynnistetään laitteessa olevasta näyttöpäätteestä (KUVIO 2), jonka jälkeen laite suorittaa täytön itsenäisesti. Operaattorin tehtäväksi jää näyttöpäätteen hallinnan lisäksi täyttöletkujen kiinnittäminen tuotteeseen.



KUVIO 2 Täyttölaitteen näyttöpääte

4 TUOTANTOJÄRJESTELMÄ

Työn kohteena oleva konserni on alkanut kehittää tuotantojärjestelmää, joka koskee kaikkia sen tuotantoyksiköitä ympäri maailman. Tuotantojärjestelmä pohjautuu japanilaisen autonvalmistajan Toyotan luomaan Toyota production systemsiin (TPS), jolla tähdätään tuotantotoimintojen tehokkuuden parantamiseen. Puhutaan myös Lean – tuotannosta, joka pohjautuu vahvasti TPS:n periaatteisiin. Yritys alkoi kehittää tuotantojärjestelmää vuonna 2008. Yhtenä esimerkkinä Lean – periaatteiden käytöstä yrityksessä on tiimitoiminta. Kokoonpanolinjan työntekijät on jaettu tiimeihin, jotka vastaavat omista työpisteistään ja niiden kehittämisestä. Tiimit kokoontuvat vuoron vaihtuessa jokaisella tiimillä olevan tiimitaulun eteen palaveriin, jossa käydään läpi vuoron aikana esiintyneet ongelmat ja muut tärkeät asiat, kuten tuotantotilanne. Yritys on lanseerannut myös ns. ”lean – tunnin”. Se tarkoittaa, että kerran viikossa tuotanto keskeytetään ja tunnin ajan keskitytään lean – toiminnan parantamiseen. Tämä voi tarkoittaa aluksi esimerkiksi koulutusta ja leanin tutuksi tekemistä työntekijöille, mutta myöhemmin työntekijät voivat vaikkapa ratkoa tuotantoon liittyviä ongelmia ”lean – tunnin” aikana. ”Lean – tuntia” ei järjestetä, jos tuotannon tila ei sitä salli tai, jos mitään aihetta järjestämiselle ei löydy.

Tuotantojärjestelmän tavoitteet ovat seuraavat:

- Liiketoiminnan kannattavuuden parantaminen
- Työn tehokkuuden, tuottavuuden ja innovatiivisuuden parantaminen työkuormaa lisäämättä
- Vuorovaikutuksen lisääminen ihmisten ja ryhmien välillä
- Paremman kilpailukyvyn luominen
- Toimintatapojen yhdenmukaistaminen

4.1 Lean – tuotanto

4.1.1 Historia

Toisen maailman sodan jälkeen Toyotalla oli kova tarve kehittää autonvalmistus prosessiaan tehokkaammaksi. Se ei kyennyt kilpailemaan tuotantomäärissä länsimaisten kilpailijoidensa kanssa, joten mallia lähdettiin hakemaan Yhdysvalloista Fordin tehtailta. Toyota ei kuitenkaan tyytynyt kopioimaan suuren Yhdysvaltalaisvalmistajan tuotantojärjestelmää vaan havaitsi, että siitä löytyy vielä paljon parannettavaa. (Dennis, 2007, s. 6- 7)

Toyotan silloinen johtaja Kiichiro Toyoda loi vision, jonka mukaan ideaaliset valmistusolosuhteet syntyvät, kun koneet, laitos ja ihmiset työskentelevät yhtenäisesti luodakseen laatua hukan sijasta. Tästä alkoi vuosikymmenien kehitys kohti nykyistä TPS:ää, mikä jatkuu edelleen. Tavoitteena parantaa tuotannon virtausta ja karsia prosessista kaikki ylimääräinen. (Toyota, 2011)

Termi -"Lean" lanseerattiin vuonna 1990 kirjassa "Machine that changed the world" (Womack, Jones & Roos). Yhdysvaltalainen kirja käsittelee Toyotan nousua maailman suurimpien autonvalmistajien joukkoon. Vaikka kirjassa käytetään termiä "Lean", kirjailijat tekevät selväksi, että kaiken pohjana on Toyotan luoma järjestelmä. Kirjan myötä Toyotan tuotantojärjestelmä sai huomiota maailmalla ja siitä lähtien useat yritykset ovat kehittäneet omia järjestelmiään TPS:n pohjalta. (Dennis, 2007, Foreword)

4.1.2 Lean tuotanto lyhyesti

Lean on järjestelmä, jonka ideana on parantaa tuotannon tehokkuutta eliminoimalla hukatekijöitä ja täten saavuttaen alentuneet kustannukset, nopeammat toimitusajat ja paremman laadun. Lean pyrkii myös luomaan avoimuutta työpaikalla

sekä ottamaan työntekijöitä paremmin huomioon ja antamalla heille mahdollisuuden kehittää itseään ja työympäristöään. Tavoitteisiin pyritään pääsemään hyödyntämällä erilaisia lean- työkaluja. Lean ei ole kuitenkaan projekti, vaan jatkuvaa kehittymistä. Se onkin eräänlainen työkalukulttuurin muutos. (Wilson, 2009, s. 59- 60)

Leaniä käyttöönotettaessa täytyy aina huomioida oman yrityksen lähtökohdat sekä tavoitteet ja miettiä mitkä työkalut ovat sopivia kyseiselle yritykselle. Pelkkä yksittäisten lean – työkalujen käyttöönotto ei kuitenkaan tuota välttämättä haluttuja tuloksia. Tärkeää on saada työkalut toimimaan joka päivä yhdenmukaisella tavalla sekä luoda kulttuuri, jossa työntekijät sitoutuvat pitkäjänteiseen kehitykseen. Monet leaniä kokeilleet yritykset ovat pettyneet järjestelmään, koska se ei ole tuottanut odotettua tulosta. Syynä tähän on usein se, että järjestelmän perusteita ei ymmärretä, vaan toteutetaan sokeasti erinäisiä työkaluja kokonaiskuva ajattelematta. (Liker, 2006, s. 7)

4.1.3 Hukan eliminointi

Yksi TPS:n kehittäjistä, Taiichi Ohno, määrittelee hukkien eliminoinnin TPS:n perustaksi. TPS:n mukaan on olemassa seitsemän hukkaa, joista on päästävä eroon:

- Turhat kuljetukset
- Turha odottaminen
- Ylituotanto
- Vialliset tuotteet
- Turhat varastot
- Turha liike
- Yliprossessointi

Monet tahot ovat ottaneet käyttöön myös kahdeksannen hukan, joka on henkilöstön käyttämättömät resurssit. Tämä tarkoittaa, että työntekijät eivät käytä kaikkea potentiaaliaan työn tekemisessä. (Wilson, 2009, s. 21)

4.1.4 Lean – tuotannon työkalut

Leanin toteuttamiseen on olemassa erilaisia menetelmiä eli ns. työkaluja. Tässä kappaleessa on esitelty joitain niistä.

JIDOKA

Jidoka on laadunvalvontatyökalu. Sen tarkoitus on varmistaa, että virheelliset tuotteet eivät pääse tuotantolinjalla eteenpäin. Virheet pyritään löytämään koneiden avulla ja sellaisen löytyessä tarvittaessa koko tuotantolinja pysäytetään. Virheen tapahtuessa aloitetaan välitön juurisyyn selvittäminen, jotta ongelma voidaan ratkaista. Kärjistetysti tuotanto pidetään alhaalla, kunnes laatuvirheen syy on selvitetty ja ratkaistu. Jidoka kuvastaa hyvin yhtä leanin perusperiaatetta eli, että vain laatua kannattaa valmistaa. Toyotan Taiichi Ohno kuvailee jidokaa ihmisen ja koneen yhteistyöksi, jossa koneet tekevät rutiininomaiset jatkuvat tarkastukset ja ihminen suorittaa ongelman ratkaisun. (Wilson, 2009, s. 64)

JIT – JUST IN TIME

JIT – menetelmä pyrkii tasapainottamaan tuotannon suhteessa tilausmäärään sekä poistamaan turhaa odottamista työvaiheiden välillä. Näin saadaan tuotanto sujuvammaksi ja toimitusajat lyhyemmiksi.

Olennaista on saada tuotteen valmistamiseen kuluva vaiheaika sopivan pituiseksi. Liian pitkä vaiheaika tarkoittaa, että tuotteita ei saada tuotettua tarpeeksi paljon. Liian nopea vaiheaika ei kuitenkaan ole myöskään hyvä, koska seuraa ylituotantoa ja varastojen arvo nousee. Avaintekijä vaiheajan määrittelyssä on työvaiheiden keston tasapainottaminen samanpituisiksi. Tällöin esimerkiksi solutyypisissä tuotannossa

valmistettavat kappaleet tai sen osat siirtyvät yhtäaikaaisesti seuraavaan soluun, jolloin mikään soluista ei joudu odottamaan turhanpäiväisesti. Tämän saavuttamiseksi on tärkeää standardisoida työvaiheet, jotta hajonta saadaan mahdollisimman vähäiseksi. Solujen sijoittelu mahdollisimman lähellä toisiaan vähentää myös odottamista ja turhia välivarastoja.

Sana ”Flow” tarkoittaa virtausta ja sitä käytetään puhuttaessa prosessista, jossa valmistettava kappale on jatkuvasti liikkeessä lukuun ottamatta valmistusvaiheita. Edellä mainitut menetelmät parantavat tuotannon virtausta.

Yksi keino toimitusaikojen pienentämiseen on ns. ”One piece flow” (joskus myös ”single piece flow”). Sen ideana on valmistaa kerrallaan mahdollisimman pieniä eriä tuotetta, mielellään vain yhden kerrallaan. Tämä mahdollistaa mm. paremman laaduntarkkailun ja tuotannon joustavuuden ja nopean reagoitokyvyn. (Wilson, 2009)

5S

5S on menetelmä, joka parantaa työpaikan siisteyttä, järjestystä, turvallisuutta ja standardoi työmenetelmät. Tämä on hyvin yleinen tapa aloittaa lean – tuotannon toteutus ja sillä saadaan luotua hyvä pohja muulle parantamiselle. 5S tulee viidestä japaninkielisestä sanasta, jotka kuvaavat menetelmän askeleita.

- Seiri – Erottele
 - Tarpeettomat työkalut ja esineet poistetaan työpaikalta. Näin saadaan vapautettua lisää tilaa ja esimerkiksi rikkiäiset työkalut poistettua. Tarpeettomat tavarat voidaan viedä ensin ”karanteeni - alueelle”, jossa niitä säilytetään tietty aika ennen lopullista hävittämistä. Näin vältetään hävittämästä jotain, joka huomataankin myöhemmin hyödylliseksi.

- Seito – Järjestä
 - Parannetaan varastointia. Esineille pyritään löytämään selkeät paikat ja työkalujen paikkoja voidaan esimerkiksi visualisoida värikoodeilla.
- Seiso – Puhdista
 - Kun työpaikalta on karsittu turhat esineet ja tarpeelliset ovat aseteltu järkevästi, puhdistetaan työtila läpikotaisin. Työntekijät ottavat vastuun työtilansa puhtaanapidosta.
- Seiketsu – Standardoi
 - Standardisoidaan työpaikan työtavat. Esimerkiksi puhtaanapitoaikataulut, roskien vienti, työkalujen paikat jne.
- Sitsuke – Seuranta
 - Kun uudet menetelmät ja tavat on otettu käyttöön, on huolehdittava, että niitä noudatetaan. Tämä toteutetaan esimerkiksi säännöllisillä auditoinneilla. (TPM online, 2010)

5S:n hyödyt eivät ole ainoastaan kosmeettisia, vaan sillä voidaan saavuttaa myös työn tuottavuuden kasvua. Kuvitellaan tilannetta, jossa työntekijä joutuu etsimään jokaista käyttämäänsä työkalua, koska työpiste on sekaisin tai koska työkalun paikkaa ei ole standardoitu vaan edellinen vuoro on jättänyt sen sattumanvaraiseen paikkaan. Työkalun etsiminen saattaa viedä esimerkiksi minuutin, jolla ei vielä ole suuria vaikutuksia yhden päivän työpanokseen. Mutta jos työkalua joudutaan etsimään joka vuoron alussa, tarkoittaa se ympäri vuoden pyörivässä työpisteessä yhteensä noin kuutta tuntia hukkaan kulunutta aikaa yhdessä vuodessa. Ja tämä hukka on ainoastaan yhdessä työpisteessä, yhden työkalun osalta. 5S:n tärkein oivallus onkin siinä, että kaikki löytyy sieltä mistä pitää ja työaikaa ei tarvitse käyttää hukkaan.

5 KUNNOSSAPITO

5.1 Kunnossapidon määritelmä

Kunnossapidon on perinteisesti ymmärretty olevan vikojen korjausta. Nykyaikainen kunnossapito ei kuitenkaan ole pelkkää ”tulipalojen sammuttamista”, vaan yhä tärkeämpää on pystyä ennustamaan vikojen esiintymistä ja pyrkiä ennaltaehkäisemään niitä.

PSK 6201 – standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

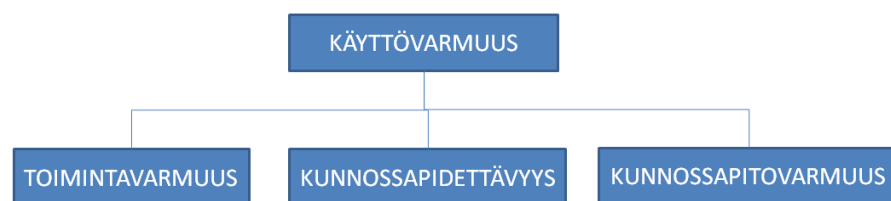
Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.

Kunnossapidon tavoitteiksi voidaan luokitella korkea tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) ja hyvä käyttövarmuus. Kunnossapidon onnistumista voidaan mitata esimerkiksi seuraamalla KNL:n kehitystä. (PSK 6201, 2003, s. 4)

Mittarointi ja tiedonkeruu on muutenkin tärkeä osa kunnossapitoa. Esimerkiksi keskimääräisten vikaantumisaikojen (MTBF) perusteella voidaan suunnitella komponenttien vaihtovälejä. Eri vikaantumisaikojen – ja muotojen lisäksi voidaan tarkkailla ehkäisevän kunnossapidon osuutta, korjauksiin käytettyä aikaa jne. Olennaista on tietenkin seurata myös kunnossapidon kustannuksia ja niiden jakaantumista eri kohteiden sekä ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon välillä. Tietoja voidaan kerätä esimerkiksi kunnossapidon tietojärjestelmään, jossa tietoa on helppo analysoida.

5.1.1 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus muodostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta (KUVIO 3). Toimintavarmuus kuvaa kohteen kykyä suorittaa vaadittu toiminto eli kuinka todennäköistä on, että kohde toimii tarvittaessa. Toimintavarmuuden mittarina käytetään keskimääräistä vikaantumisaikaa (MTBF). Kunnossapidettävyys tarkoittaa kunnossapidon nopeutta. Esimerkiksi kuinka nopeasti vika havaitaan ja kuinka helppo laitetta on huoltaa. Mittarina on keskimääräinen korjausaika (MTTR). Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation valmiutta suorittaa kunnossapitotoimenpiteet. Mittarina käytetään logistista viivettä, joka muodostuu kunnossapitotoimenpiteitä viivästyttävistä tekijöistä, kuten hallinto ja toiminnanohjaus, työkalujen ja varaosien saatavuus sekä kunnossapitäjien nopea paikalle saatavuus. (Järviö, 2007, s. 35- 39)



KUVIO 3 Käyttövarmuus

5.1.2 Tuotannon kokonaistehokkuus

Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL, englanniksi OEE) on kolmen tekijän, käytettävyyden (K), toiminta-asteen (N) ja laatukertoimen (L) tulo. KNL ilmoitetaan prosentteina, jolloin 100 % on paras mahdollinen tuotannon kokonaistehokkuus.

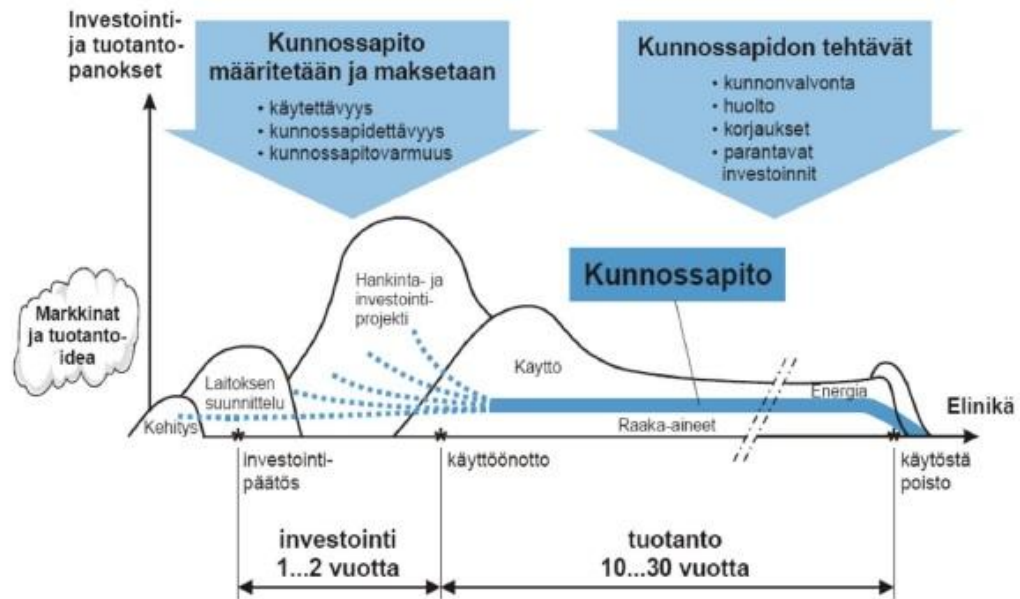
Käytettävyys kuvaa laitteen kykyä olla toiminnassa. Se voidaan laskea usealla eri tavalla riippuen tarkastelukohteesta. Kaikissa tapauksissa peruskaava on kuitenkin sama eli lasketaan toteutunutta käyntiaikaa suhteessa suunniteltuun kokonaiskäyttöaikaan, jossa on otettu huomioon seisokit ja muut häiriöt.

Toiminta-aste on toteutuneen tuotantomäärän suhde maksimituotantomäärään käyntiaikana eli se kertoo kuinka hyvin laite pystyy toteuttamaan suunnitellut tuotantotavoitteet.

Laatukerroin kertoo myynti – tai jatkojalostuskelpoisen tuotannon määrän kokonaistuotantomäärästä. Eli sen laskukaava on myyntikelpoisten tuotteiden määrä suhteessa koko valmistusmäärään.

5.1.3 Kunnossapito osana tuotteen elinkaarta

Tuotteen elinkaaren aikana sille kertyy erilaisia kustannuksia. Usein tuotteen hankintakustannukset ovat suhteellisen pienet verrattuna koko elinkaaren aikaisiin kustannuksiin. Esimerkiksi dieselveturin hankintahinnan osuus on vain 5 % kokonaiskustannuksista. Ostotoiminnan päätökset on totuttu tekemään koneen hinnan ja laadun perusteella, jolloin on vaarana, että halpa tuote osoittautuukin hyvin kalliiksi käyttää. Tuotteen koko elinajan kustannukset pystytään laskemaan elinjakson kustannusanalyysillä (LCC, Life cycle cost), joka ottaa huomioon kaikki kustannukset suunnittelu - ja hankintavaiheesta aina käytöstä poistoon saakka.

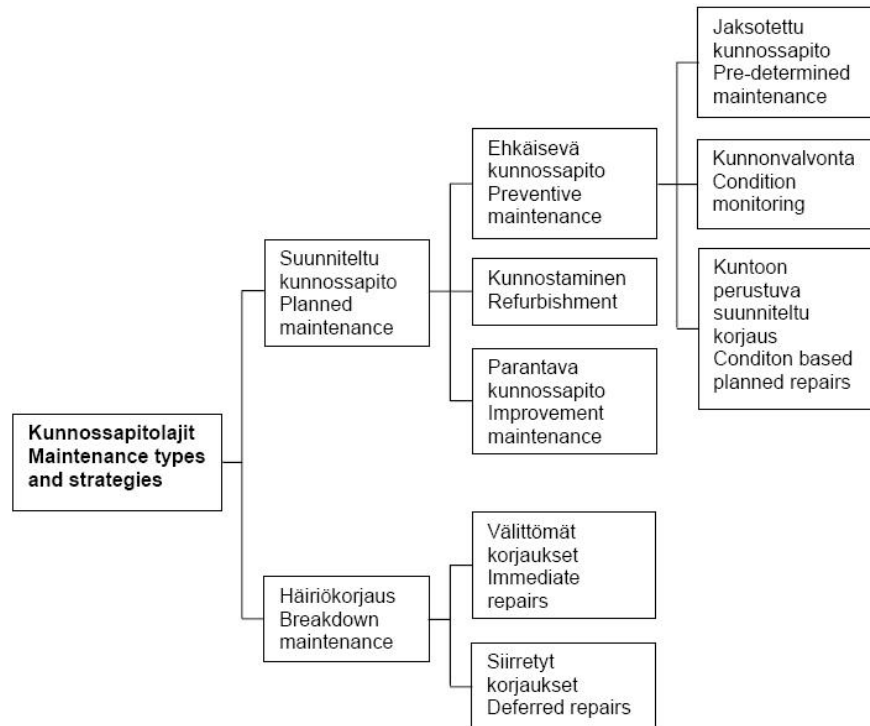


KUVIO 4 Kunnossapito tuotanto - omaisuuden elinkaareissa (Marjakoski, 2010)

Kuviossa 4 on esitetty tuotanto – omaisuuden elinkaaren aikana kertyvät kustannukset sekä kunnossapito osana niitä. Kunnossapidon kustannuksia kiinnitetään jo kehitys – ja hankintavaiheessa, kun kunnossapitoa määritellään. Kunnossapitokustannukset ovat yleensä korkeimmillaan jakson alussa (asennusvaihe) sekä lopussa (lisääntynyt kunnossapitotarve ja käytöstä poisto). (Järviö, 2007, s. 136)

5.2 Kunnossapidon lajit

PSK 6201 – standardi jakaa kunnossapitolajit sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne odottamattoman tuotantohäiriön. Lajit on esitelty kuviossa 5.



KUVIO 5 Kunnossapitolajit PSK 6201 – standardin mukaan.

5.2.1 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltu kunnossapito jakaantuu ehkäisevään kunnossapitoon, kunnostamiseen ja parantavaan kunnossapitoon.

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään vähentämään rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä. Toimenpiteet voivat olla vikaantumista aiheuttavien syiden tarkkailua tai huoltotehtäviä, kuten voitelua, liitosten kiristämistä tai ympäristön puhtaanapitoa. Myös alkaneen vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää koneen on ehkäisevää kunnossapitoa. PSK

6201 jakaa ehkäisevän kunnossapidon jaksotettuun kunnossapitoon, kunnonvalvontaan ja kuntoon perustuviin suunniteltuihin korjauksiin.

Jaksotetussa kunnossapidossa ehkäisevät toimenpiteet suoritetaan suunniteltujen jaksotuksien mukaan. Jaksotus voi olla määritetty esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan tai tuotantomäärän mukaan. Toimenpiteistä riippuen ne voidaan suorittaa joko koneen käydessä tai suunnitellun seisokin aikana. (Järviö, 2007, s. 52, 72– 73)

Kunnonvalvonnalla määritellään laitteen nykytila ja pyritään ennustamaan mahdollisia vikoja sekä niiden kehittymistä. Näin toimenpiteiden ajoitukset pystytään suunnittelemaan järkeviksi ja laiterikkojen aiheuttamilta sivuvahingoilta voidaan välttyä. Kunnonvalvonta voi olla joko aistinvaraista, kuten öljyvuotojen ja epämääräisten äänten tarkkailua tai mittalaitteilla (esim. värähtelymittaukset) suoritettavaa.

Kuntoon perustuvat suunnitellut korjaukset ovat korjauksia, jotka tehdään kunnonvalvonnan avulla saatujen tietojen perusteella. (PSK 6201, 2003, s. 22)

Kunnostaminen

Kulumisen tai vaurioitumisen myötä käytöstä poistetun kohteen palauttaminen käyttökuntoon on kunnostamista. (PSK 6201, 2003, s. 22)

Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa laitteen luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä. Parantaminen voi tarkoittaa esimerkiksi parempien komponenttien vaihtamista laitteeseen. Myös erilaiset uudelleensuunnittelut, joilla parannetaan laitteen luotettavuutta kuuluvat parantavaan kunnossapitoon. (Järviö, 2007, s. 51)

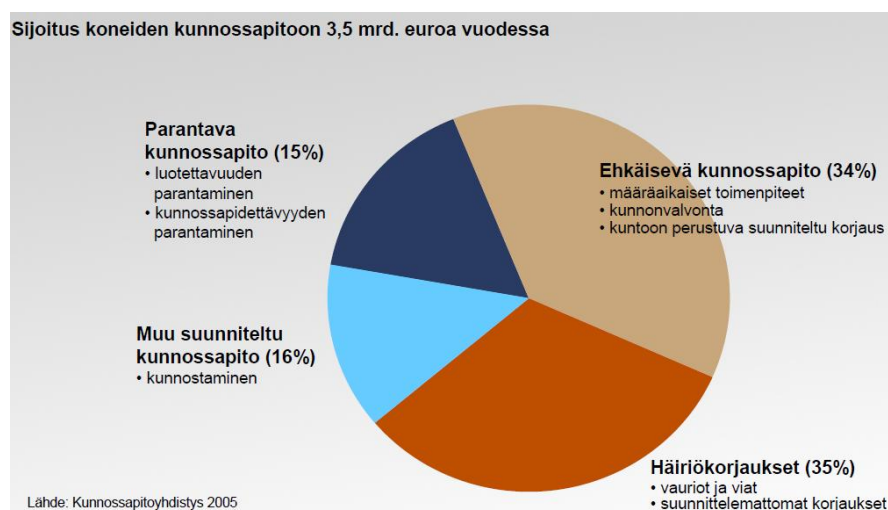
5.2.2 Häiriökorjaus

Häiriökorjauksessa vikaantunut laite palautetaan toimintakuntoon. Häiriökorjaus on täysin suunnittelematon eli vikaantumista ei ole pystytty ennakoimaan.

Häiriökorjaukset jaetaan välittömiin ja siirrettyihin. Välitön korjaus tarkoittaa, että vika korjataan heti, kun se on havaittu. Näin toimitaan, kun vika on niin vakava, että sen aiheuttamia haittoja ei voida hyväksyä. Siirretyissä häiriökorjauksissa vika korjataan, kun kohteen, tuotannon tai organisaation tila mahdollistaa korjauksen. Siirretyissä häiriökorjauksissa vian haitat eivät ole sietämättömiä, joten korjaus suoritetaan, kun siihen on parhaimmat edellytykset. (PSK 6201, 2003, s. 23)

5.3 Kunnossapito Suomessa

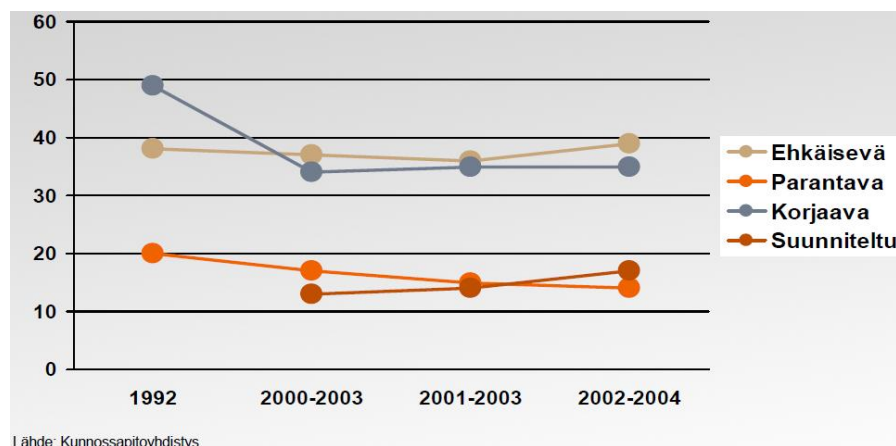
Kuviossa 6 on esitetty kustannusten jakautuminen kunnossapidon eri osa-alueiden välillä Suomen teollisuudessa. Lähde on vuodelta 2005, jolloin kunnossapitoon sijoitettiin vuosittain 3,5 miljardia euroa.



KUVIO 6 Kustannusten jakautuminen kunnossapidon eri osa-alueiden välillä suomalaisessa teollisuudessa. (Kunnossapitoyhdistys ry, 2007)

Kun puhutaan kunnossapitotöihin käytetyistä tuntimääristä, on suunnitellun ja ehkäisevän kunnossapidon osuus ollut kasvussa 2000-luvun vaihteesta alkaen.

Parantavan ja korjaavan kunnossapidon osuus taasen on laskenut. Kuviossa 7 nähdään kehitystrendi. (Kunnossapitoyhdistys ry, 2007, s. 19)



KUVIO 7 Kunnossapidon osa-alueiden kehitystrendi Suomen teollisuudessa (% käytetyistä työtunneista). (Kunnossapitoyhdistys ry, 2007)

5.4 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapidolla tarkoitetaan menetelmää, jossa tuotannon käyttöhenkilöstö ottaa vastuuta laitteidensa käyttämisen lisäksi myös niiden luotettavuudesta ja kunnossapidosta. Näkyvin osa menetelmää ovat kunnossapitotoimenpiteet, jotka ovat käyttöhenkilöstön vastuulla. Käyttöhenkilöstö suorittaa nämä toimenpiteet oman työnsä ohessa. Niillä pyritään kohentamaan käyttövarmuutta ja ne ovatkin yleensä ehkäisevää kunnossapitoa. Käyttäjäkunnossapidon yleisesti käytetty englanninkielinen vastine on Operator driven reliability (ODR), jonka suora suomennos on käyttäjävetoinen luotettavuus. Tästä eteenpäin tässä työssä viitataan käyttäjäkunnossapitoon lyhenteellä ODR. (Numminen A. 2005)

ODR koostuu kolmesta osa-alueesta, jotka ovat:

- Equipment operating procedures (EOP):
 - Laitteen käyttöön liittyvät toimenpiteet.

- Operator involved maintenance (OIM):
 - Toimenpiteet, jotka syntyvät operaattorien ja kunnossapidon yhteistyössä. Esimerkiksi operaattorien kunnossapidolle tekemät vikailmoitukset ja työtilaukset sekä tuotannon valmistelu sellaiseen tilaan, että kunnossapidon toiminta on mahdollista. Operaattorit esimerkiksi ajavat koneen alas tai jopa aloittavat koneen purkamista ennen kunnossapidon saapumista.
- Operator performed maintenance (OPM)
 - Käyttöhenkilöstön itsenäisesti suorittamat kunnossapitotehtävät. Esimerkiksi tarkastukset (Esim. öljymäärä, paine), puhdistukset, säädöt ja korjaukset. (Numminen A. 2005)

Teollisuudessa kunnossapidon ongelmana on monesti ”Minä ajan konetta, sinä korjaat sen” – ajatusmalli. ODR pyrkiikin hälventämään raja-aitaa kunnossapidon ja käyttöhenkilöstön väliltä. Tarkoitus on painottaa yhteisvastuuta laitteiden kunnosta, joten kommunikaatio näiden kahden välillä on olennainen osa ODR:ää. (Numminen A. 2005)

5.4.1 ODR:n hyödyt

ODR:ssä operaattorit suorittavat päivittäin laitteen kuntoon liittyviä tarkastuksia ja tekevät jatkuvasti havaintoja laitteen toiminnasta, kuten nousseesta melutasosta tai tärinästä. Koska he työskentelevät useita tunteja päivässä saman koneen äärellä, pystyvät he huomaamaan pienetkin muutokset laitteen kunnossa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tämä mahdollistaa nopeat korjaustoimenpiteet ja täten äkillisen vikaantumisen aiheuttamat tuotantohäiriöt tai laadunmenetykset pystytään

välttämään. (Numminen A. 2005) ODR:n myötä operaattorien tiedot ja tuntemus käyttämistään laitteista lisääntyy, kun he pääsevät tutustumaan niiden toimintaan pintaa syvemmältä. Parhaimmillaan operaattoreista voi kehittyä moniosaajia, jollaisia teollisuus tulevaisuudessa tarvitsee.

Operaattorien tekemät tarkastukset myös antavat historiatietoa laitteen tilasta. Tätä tietoa voidaan käyttää myöhemmin hyväksi esimerkiksi vikojen juurisyyanalyysjä tehtäessä. Tämä edellyttää tietenkin havaintojen tarkkaa ja systemaattista kirjaamismenetelmää. (SKF, 2006)

Käyttöhenkilöstön ottaessa vastuuta laitteen huoltotehtävistä saadaan kunnossapidon työkuormaa vähennettyä, jolloin kunnossapito voi keskittyä yhä enemmän parantavaan ja kehittävään kunnossapitoon. (Numminen A. 2005)

5.4.2 ODR käytännössä

Johtaminen

ODR toimenpiteiden tulisi olla melko yksinkertaisia ja nopeita suorittaa. Periaatteessa ODR onkin suhteellisen yksinkertainen toteuttaa, mutta haasteeksi nousee johtaminen ja työntekijöiden sitouttaminen töiden suorittamiseen. Operaattoreille tulee tehdä selväksi miksi töitä tehdään ja mitä hyötyä siitä on mahdollista saavuttaa. Jos operaattorit eivät näe hyötyä heille määrätyissä tehtävissä, ei heidän antama panoksensaakaan luultavasti ole huippuluokkaa. Johtajien täytyy myös itse sitoutua menetelmään ja sen seurantaan sekä uskoa sen mahdollisuuksiin, jotta työntekijät saadaan motivoitua. (Wireman T. 2004, s. 173)

Motivaation puuttumisen lisäksi ODR:n kaltaiset uudet menetelmät aiheuttavat usein jopa todellista muutosvastarintaa. Työntekijät ja jopa keskijohto eivät näe uuden menetelmän antavan hyötyä yritykselle tai he kokevat, että heidän työtaakkaansa

lisätään. Tai päinvastaisesti esimerkiksi kunnossapitäjät saattavat kuvitella uuden menetelmän tekevän heistä tarpeettomia. Tämä on erityisen vaarallista keski johdon tasolla, koska usein juuri heidän tulisi kannustaa alaisiaan uusien menetelmien käyttöön. Johtajien tulisi varautua tällaiseen vastarintaan uusia menetelmiä implementoidessaan ja miettiä miten siitä selvitään. Toyotan menetelmiä 20 – vuotta tutkinut Jeffrey K. Liker käsittelee ”Toyotan tapaan” – kirjassaan työntekijöiden motivointia. Hänen mukaansa motivoivaa työ kulttuuria on rakennettava johdon mukaisilla periaatteilla ja tämä urakka kestää vuosia. Likerin mielestä tärkeitä elementtejä ovat työntekijöille tarjottava turvallinen työ ympäristö ja ryhmään kuuluvuuden tunne. Myös työ tehtävien haastavuus motivoi ja myös onnistumisista tulee antaa palautetta ja jopa palkkioita. Omasta mielestäni johtajien tulisikin markkinoida haastavat työ tehtävät paremmin, jotta työntekijät kokisivat ne haastavina eivätkä rasittavina.

Ennen ODR:n aloittamista operaattorit on koulutettava uusiin tehtäviin, vaikka ne vaikuttaisivatkin yksinkertaisilta. Pienikin virhe esimerkiksi jotain laitteen osaa vaihdettaessa voi lisätä vikaantumisherkkyttä, jolloin syödään pohja koko toimenpiteiden suorittamiselta ja henkilöstö turhautuu entisestään. ODR toimenpiteisiin varattava aika on myös otettava huomioon. Yrityksen on mietittävä kuinka suuri osa operaattorien työ ajasta on mahdollista käyttää kunnossapitoon ilman, että tuottavuus kärsii. Myös työntekijöiden tarpeet on syytä ottaa huomioon, sillä ODR:n tarkoitus ei ole lisätä operaattoreiden työ taakkaa, vaan parantaa laitteiden luotettavuutta. (Wireman T. 2004, s. 169- 171)

ODR toimenpiteiden hallinnointi voidaan hoitaa esimerkiksi kunnossapidon tietojärjestelmän (CMMS) avulla. Tietojärjestelmästä saadaan työ kortit, joihin tehdyt työt kirjataan. Myös työ ohjeet löytyvät työ kortista. CMMS:n rinnalle ovat viime aikoina saapuneet henkilökohtaiset kämmentietokoneet eli PDA:t (Personal digital assistant), jolla tiedonsiirto CMMS:ään onnistuu suoraan ilman paperitöitä. Tämä tehostaa myös kunnossapidon ja käyttöhenkilöstön välistä tiedonsiirtoa. Suuri osa

ODR - järjestelmistä perustuu kuitenkin perinteisiin paperisiin työkortteihin ja tarkastuslistoihin. (Numminen A. 2005)

Mittarit

“If you can’t measure it, you can’t manage it” –Peter Drucker-

ODR:n onnistumista voidaan arvioida mm. seuraavilla mittareilla (Numminen A. 2005):

- KNL (engl. OEE)
- Kunnossapidon kokonaiskustannukset
- Kunnossapidon kohdennetut kustannukset
- Keskimääräinen vikaantumisväli (MTBF)

TPM (Total productive maintenance)

ODR ei riitä teollisuuslaitoksen ainoaksi kunnossapito-ohjelmaksi, vaan se täydentää normaalia kunnossapito-ohjelmaa tai vaikkapa TPM – filosofiaa. TPM:n mainitsen tässä työssä, koska ODR liittyy siihen hyvin läheisesti. (Numminen A. 2005)

TPM suomennetaan kokonaisvaltaiseksi tuottavaksi kunnossapidoksi. Sen lähtökohtana on luoda tuotannon koneille optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpitää niitä. Filosofian on alkujaan Japanista. TPM painottaa laitosten käyttöhenkilökunnan osallistumista laitteiden kunnossapitoon. Näin ollen ODR on osa TPM:ää.

TPM:n isän, Japanilaisen Seiici Nakajiman mukaan filosofian viisi peruspilaria ovat:

- Lisätään suunnittelun avulla laitteiden tehokkuutta häviöitä karsimalla.
- Parannetaan olemassa olevan ehkäisevän ja ennustavan kunnossapidon tasoa.
- Määritetään vaatimustasot koulutettujen käyttäjien tekemille huolto – ja puhdistustöille.
- Lisätään kunnossapidon ja käytön henkilökunnan taitoja ja motivaatiota yksilö ja ryhmätason koulutuksella.
- Aloitetaan ehkäisevät kunnossapitotoimet mukaan lukien suunnittelun ja hankintojen kehittäminen. (Järviö J. 2007, s. 111-112)

Nakajiman lähestymistapa ODR:ään on seitsemänvaiheinen ohjelma, joka alkaa laitteiston ja ympäristön perusteellisella puhdistamisella. Tämän jälkeen luodaan ohjeistus, jonka avulla työntekijät tarkastavat ja huoltavat laitteitaan. Lopuksi työntekijät koulutetaan uuteen menetelmään ja menetelmän toimimista ryhdytään tarkkailemaan ja parantamaan. Eri vaiheiden tarkempi sisältö käydään läpi seuraavan luvun ODR:n toteuttamista käsittelevässä osassa.

6 TOTEUTUS

6.1 Lähtökohdat

KUNNOSSAPITO

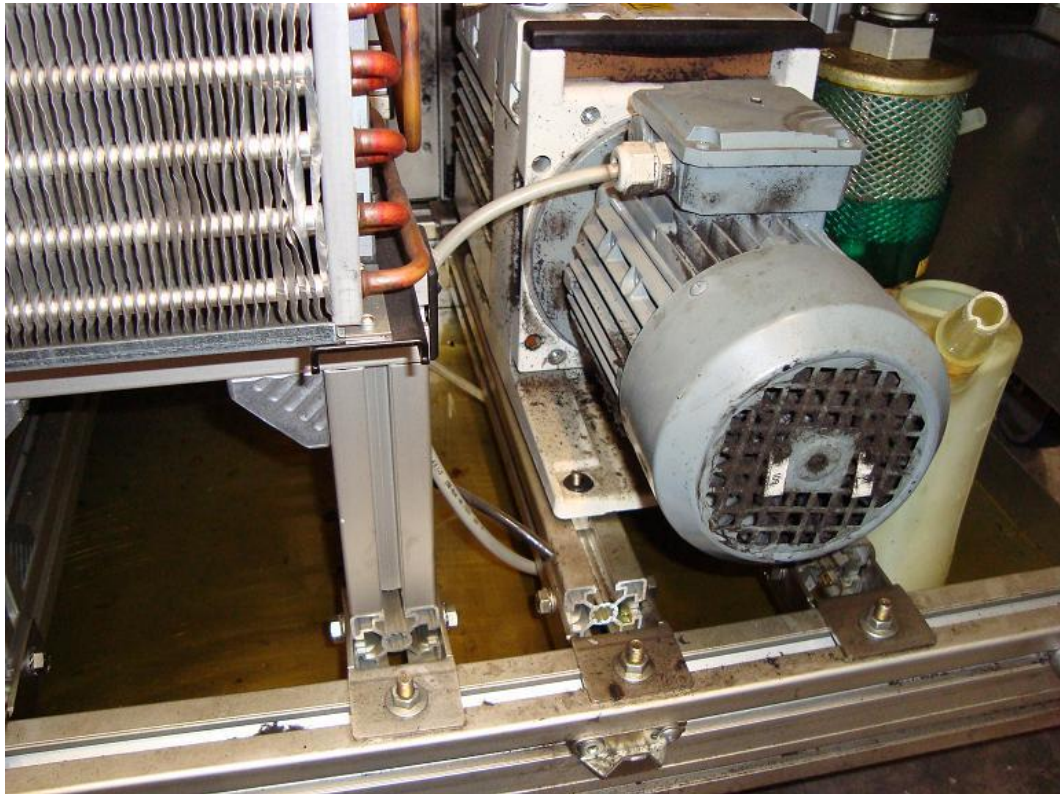
Kokoonpanotehtaan Kunnossapito – organisaatioon kuuluu yhdeksän kunnossapitohenkilöä. Vuoron aikana paikalla on yksi henkilö mekaanisesta kunnossapidosta sekä yksi sähkömies. Nämä kaksi työskentelevät

päivystysluontoisesti. Lisäksi päivävuorossa työskentelee viisi kunnossapitohenkilöä, jotka tekevät esimerkiksi muutostöitä ja ennakkohuoltoja. Lisäksi heidän vastuullaan on valmistaa työpajalla erilaisia tuotteita, joita kokoonpanotehtaan tiimit tilaavat. Tällaisia voivat olla esimerkiksi työskentelytiloihin tarvittavat työkalutelineet ja muut konstruktiot.

Kokoonpanotehtaalla on käytössä Camlinen Pro suite – järjestelmä, jolla hallinnoidaan kunnossapitotehtäviä. Kaikkia tehtaan ennakkohuoltoja ei kuitenkaan ole merkitty järjestelmään. Esimerkiksi täyttölaitteen ennakkohuoltoja ei ole tässä järjestelmässä, vaan sille on oma huoltovihkonsa, josta huoltovälit katsotaan. Kaikkia tehtyjä huoltoja ei myöskään merkitä järjestelmällisesti ylös, vaan paljon on ns. hiljaisen tiedon varassa eli ainoastaan kunnossapitohenkilöt tietävät milloin huollot on tehty. Myöskään vikaantumisia ei kirjata, lukuun ottamatta kokoonpanolinjan testausvaiheen koneita. Camline – järjestelmän käyttö on tehokkaampaa testausvaiheessa, jossa on käytössä monimutkaisempia laitteita.

Työtä aloitettaessa täyttölaitteen kunnossapito oli siis melko kevyttä. Varsinaista räätälöityä huolto-ohjelmaa laitteelle ei ollut, vaan kunnossapitohenkilöt tekivät huoltotoimia huoltomanuaalien perusteella. Koska kunnossapitotehtäviä ei ole dokumentoitu mihinkään järjestelmään, on historiatiedon kerääminen vaikeaa.

Täyttölaitteessa ei kuitenkaan ole ollut operaattorien mukaan kovinkaan paljon vikoja. Yleisin vika on, että täyttö ei jostain syystä onnistu ja se joudutaan tekemään uudestaan. Tarkkoja syitä tämän vian esiintymiselle ei ole. Jälkeenpäin asennetussa pumpussa on sen sijaan esiintynyt ongelmia. Alkuvaiheessa sen säätöjä ei saatu toimimaan täyttölaitteen kanssa sujuvasti, mutta työtä aloitettaessa ongelmat oli kuitenkin saatu selvitettyä ja pumppu toiminut moitteettomasti. Täyttölaitteen sisäosien puhtauteen ei ollut kiinnitetty huomiota. Laitteen kotelon pohja oli öljyn peitossa ja esimerkiksi sähkömoottorin ritilä lian peitossa (KUVIO 8).



KUVIO 8 Täyttölaitteen sisäosa työn alussa.

Täyttövaiheen operaattorit eivät osallistuneet aktiivisesti kunnossapitotoimintaan ennen tätä työtä. Poikkeuksena täyttölaitteen täyttöpäiden tiivisteen voitelu, jonka he tekivät jokaisen vuoron alussa. Tämä tehtävä kirjattiin myöhemmin myös yhdeksi ODR – toimenpiteeksi.

YLEINEN SIISTEYS

5S:ään ja ODR:ään olennaisena osana kuuluva yleinen puhtaus ja järjestys olivat työpisteessä kohtalaisessa kunnossa. Ongelmakohtina oli mm. tilan vähyys ja ahtaus työkalujen määrään verrattuna. Työpisteessä oli myös huomattava määrä ylimääräistä tavaraa, joka ei liittynyt millään tavalla kyseisen työvaiheen tehtäviin. Esimerkiksi kuviossa 9 näkyvät täyttölaitteen huoltotyökalut olivat käytännössä hyödyttömiä, koska kunnossapito tuo tarvitsemansa työkalut aina mukanaan työpaikalle.



KUVIO 9 Ylimääräisiä tarvikkeita täyttölaitteen päällä.



KUVIO 10 Työpisteen takaosa ennen työn alkua.

6.2 Toteutus

Tavoitteiden asettamisen ja teoriaan tutustumisen jälkeen alettiin toteuttaa käytännön osuutta. Aluksi perustettiin ”tiimi” opinnäytetyötä varten. Tiimiin kuuluivat itseni ja kahden ohjaajani lisäksi täyttövaiheen esimies, molemmat operaattorit ja yksi kunnossapitohenkilö. Tämä ryhmä toimi tukena ja käytännön tietolähteenä työni toteutukselle. Työn toteutus jakautui kolmeen osaan. Ensin luotiin pohja ODR:n toteuttamiselle 5S - menetelmällä. 5S:n avulla luotu järjestelmällinen ja siisti työympäristö edistää ja helpottaa ODR:n onnistumista. Tämän jälkeen tehtiin varsinainen ODR ja lopuksi suunniteltiin ODR:n seuranta sekä henkilökunnan kouluttamista uuteen menetelmään. 5S ja ODR sivuavat jonkin verran toisiaan, joten niitä tehtiin myös osittain yhtä aikaa. Vaikka molempiin menetelmiin

kuuluu työpisteen läpikotainen puhdistaminen, niitä ei kuitenkaan pidä sekoittaa toisiinsa, vaan ne ovat kaksi toisiaan tukevaa, mutta erillistä, menetelmää. Raja näiden kahden välille määritellään siten, että 5S tapahtuu koko työpisteessä koneiden sisäosia lukuun ottamatta, kun taas ODR keskittyy nimenomaan ”koneiden peltien” alle. Opinnäytetyön loppuvaiheessa toimeksiantajan palkkaama lean – konsultti kävi vierailemassa kokoonpanotehtaalla ja auditoi sekä 5S:n että ODR:n. Liitteessä 1 on visuaalinen esitys työn aikataulusta.

6.2.1 5S:n toteutus

1S – EROTTELE

Ensimmäinen vaihe eli tarpeettoman tavaran erotteleminen aloitettiin kiertämällä työpiste lävitse operaattorin kanssa. Hänen kanssaan pohdimme mitkä työkalut ja tavarat ovat tarpeellisia ja mitkä eivät. Ylimääräiset tavarat kuljetettiin ”karanteeni – alueelle” tai sellaiseen työpisteeseen, jossa niitä tarvitaan. Esimerkiksi työkalut ja tavarat, joita ainoastaan kunnossapito käyttää, vietiin kunnossapidon varastoihin, joista kunnossapito voi ottaa ne mukaan saapuessaan töihin täyttövaiheelle. Työpisteestä löytyi myös tavaraa, joka heitettiin suoraan jätelavalle.

Operaattori saatiin paikalle työajan ulkopuolella, joten tuotanto ei häiriintynyt toimenpiteistä. Tähän vaiheeseen kului aikaa noin kolme tuntia, tosin seuraavaa vaihetta aloitettiin jo tämän vaiheen lomassa.

2S - JÄRJESTÄ

2S aloitettiin samaan aikaan ensimmäisen kanssa. Pohdimme operaattorin kanssa miten työkalut ja tavarat olisi järkevintä sijoittaa. Apua tähän saimme yrityksen 5S – koordinaattorilta, joka on laatinut tehtaalle 5S – standardin. Standardi määrittelee esimerkiksi tehtaalla käytettävät työkalutelineet, opasteet, kyltit ja maalaukset, jotta ne olisivat yhteneviä kaikkialla.

Järjestelyssä kiinnitettiin huomiota työkalujen helppoon saatavuuteen sekä siihen, että mitään tavaraa ei säilytetä lattialla. Tavaroiden pitäminen poissa lattialta helpottaa siisteyden ylläpitoa ja valvontaa. Myös kaikki tasopinnat pyrittiin eliminomaan, sillä niistä tulee helposti turhan tavarantoimen säilytyspaikkoja. Työkaluille ja tavaroille, joilla ei ollut varsinaista säilytyspaikkaa, suunniteltiin erilaisia telineitä. Työkalujen paikat merkattiin tarroin. Telineitä valmistettiin sekä operaattorien toimesta että tehtaan työpajalla.

Tässä vaiheessa kiinnitettiin huomiota myös muihin epäkohtiin, kuten paperiohjeisiin ja muistilappuihin, jotka olivat vanhentuneita tai muuten hyödyttömiä. Käyttökelpoisille ohjeille tehtiin uudet selkeät ja yhtenäiset paikat, muut heitettiin pois.

3S - PUHDISTA

Puhdistusvaiheessa työpisteen puhtaus saatetaan esimerkilliseen tilaan, jossa sen myös halutaan säilyvän. Puhdistusvaihetta tehtiin muiden vaiheiden lomassa. Työpiste käytiin lävitse ja roskat ym. kerättiin pois, lattiat lakaistiin ja pölyt pyyhittiin.

4S - STANDARDISOINTI

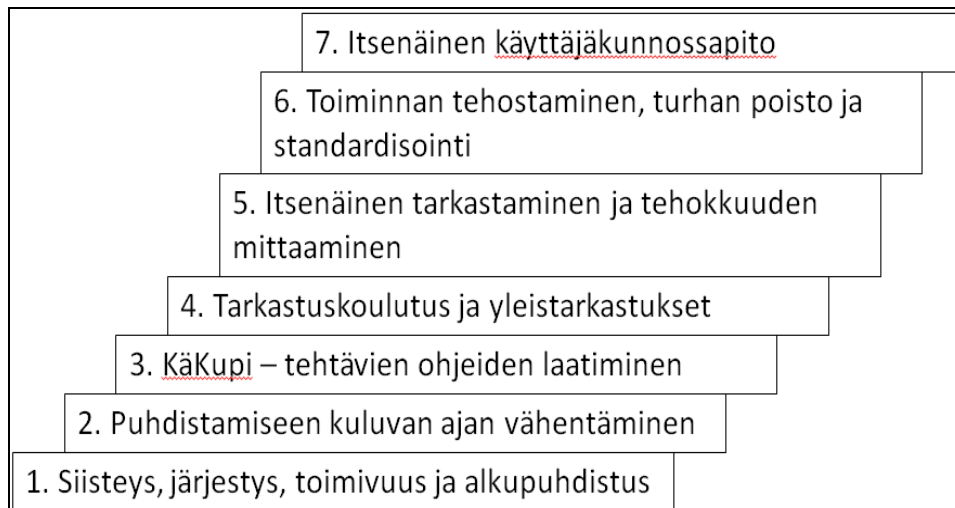
Neljännän S:n tarkoituksena on säilyttää kolmannessa S:ssä saavutettu tila. Työpisteelle luotiin 5S – ohjeistus, johon on dokumentoitu uudet työtavat ja – menetelmät, kuten työkalujen ja tavaroiden sijoittelua koskevat määräykset. Ohjeistuksessa on kuvien avulla esitetty malliesimerkki siitä, miltä työtilan tulee näyttää. Lisäksi ohjeistuksessa on määritelty työpisteen siivousajat ja roskakorin tyhjennysväli. Kun työmenetelmät on kirjattu ohjeisiin, on jokaisella velvollisuus noudattaa niitä. 5S – ohjeistusta ei ryhdytty vielä käyttämään ennen tämän opinnäytetyön palauttamista.

5S – SEURANTA

Kun työpisteelle on luotu haluttu lähtötaso ja työmenetelmät standardoitu, on menetelmän suorittamista seurattava, jotta se pysyy tehokkaana. Seuraaminen on viime kädessä esimiesten vastuulla ja valvonnan lisäksi heidän tulee rohkaista alaisiaan menetelmän ylläpitämiseksi. Täyttövaiheen 5S:n seuraaminen toteutettiin seuraavasti. Operaattorit auditoivat oman työpisteensä 5S:n kerran viikossa. Auditointia varten yrityksen 5S – koordinaattori laatii lomakkeen, jonka avulla auditointi suoritetaan. Auditointilomake sisältää taulukon, jossa on 5S – ohjeistuksen kuvia vastaavat numerot. Operaattorit vertaavat ohjeistuksen kuvia työpisteen silloiseen tilaan ja merkitsevät auditointilomakkeeseen läpäiseekö työpisteen osa auditoinnin vai ei. Jos auditointissa on huomautettavaa kolmena viikkona peräkkäin, on tiiminvetäjän puututtava asiaan. Auditointi suoritetaan aina työvuoron vaihtuessa tai työpäivän päättyessä, koska silloin työpisteen on oltava täydellisesti 5S:n mukainen. Työpäivän aikana esimerkiksi työkalut saattavat olla pois paikoiltaan, koska niitä tarvitaan parhaillaan jossain työvaiheessa. Siksi totuudenmukaisin tulos saavutetaan vuoron vaihdoissa tai työpäivän lopussa. Pelkkä operaattoreiden auditointi ei riitä vaan työpisteen esimies on vastuullinen tarkastamaan auditointeja säännöllisesti ja huomauttamaan, jos puutteita löytyy.

6.2.2 ODR:n toteutus

ODR toteutettiin käyttämällä seitsemän rapun menetelmää (KUVIO 11). Rappujen sisältö on saatu erään lean – konsultointifirman edustajan materiaaleista. Kyseinen konsultti on tiiviissä yhteistyössä työn toimeksiantajan kanssa ja auttaa kehittämään heidän tuotantojärjestelmäänsä. Rappujen sisältö on joitain eroavaisuuksia lukuun ottamatta hyvin lähellä TPM:n kehittäjän Nakajiman luomaa menetelmää. Tässä työssä käytiin läpi kolme ensimmäistä rappua. Loppujen toteuttaminen jää yrityksen vastuulle.



KUVIO 11 ODR:n seitsemän rappua.

RAPPU 1

Ensimmäisessä rapussa koneet ja laitteet puhdistetaan läpikotaisin. Puhdistus on samalla koneen kunnon tarkastamista. Operaattori joutuu väkisinkin käymään laitteen osat lävitse puhdistusta suorittaessaan. Täyttölaitteen puhdistus suoritettiin operaattorin toimesta samaan aikaan 5S:n aloituksen kanssa. Täyttölaitteen yhteydessä oleva lisäpumppu oli melko siisti, eikä juurikaan vaatinut puhdistusta, mutta itse täyttölaite vaati täydellisen puhdistuksen. Puhdistuksen yhteydessä käydään myös lävitse koneiden turvalaitteiden toiminta.

RAPPU 2

Toisen rapun tavoitteena on vähentää siivoamiseen kuluva aikaa. Ensiksi tulee määritellä siivousaika, jota sitten pyritään lyhentämään. Parannusta saadaan hankkimalla asianmukaiset siivousvälineet ja puuttamalla asioihin, jotka aiheuttavat likaantumista. Esimerkiksi öljyvuodoista aiheutuvat öljylätköt eliminoidaan etsimällä vuodon juurisyy ja korjaamalla se. Saavutettu tila tulee dokumentoida, jotta tiedetään taso, jolla puhtauden täytyy vähintään olla.

Työn kohteessa siivoukseen kuluva aikaa lyhennettiin järjestelemällä työpiste niin, että siivoaminen on mahdollisimman helppoa. Kaikki lattialla olleille tavaroille, kuten

roskakorille tehtiin uusi teline lattian yläpuolelle, jolloin ne eivät häiritse siivousta. Varsinaista siivoamiseen kuluvaa aikaa ei mitattu, joten käytännön faktaa siivousajan lyhentymisestä ei saatu. Täyttövaiheen työvaiheet eivät tuota kovinkaan paljon jätettä, asennustöissä kertyvää roskamuovia tms. lukuun ottamatta. Näin ollen siivousajan vähentäminen työprosessia muuttamalla ei ole mahdollista. Myöskään täyttölaitteessa ja pumpussa ei esiintynyt öljyvuotoja tai vastaavia vikoja, joita voitaisiin korjata. Täyttölaitteen pohjalla ollut öljykerros johtui siitä, että öljyt oli niiden vaihdon yhteydessä laskettu suoraan laitteen pohjalle. Tulevaisuudessa tältä vältytään, sillä ODR - tehtävien työohjeissa on määritelty öljynvaihdon oikeaoppinen suorittaminen.

RAPPU 3

Kolmas rappu on varsinaisten ODR – tehtävien luominen. Tässä vaiheessa määritellään mitä kunnossapitotehtäviä operaattorit tekevät ja luodaan työohjeet näille tehtäville. Tähän rappuun sisältyy myös operaattoreiden kouluttaminen uusiin tehtäviin. Kolmas rappu aloitettiin siten, että tutustuin täyttölaitteen ja lisäpumpun laitemanuaaleihin ja erityisesti niissä oleviin huolto-ohjeisiin. Poimin huolto-ohjeista sellaisia toimenpiteitä, jotka voisivat olla sopivia operaattoreiden suoritettaviksi. ODR – tehtävien tulee olla melko yksinkertaisia suorittaa, jotta niissä ei olisi riskiä tehdä virheitä ja aiheuttaa vahinkoa laitteelle. Niiden kesto ei myöskään saisi olla kovin pitkä, jotta ne pystytään tekemään sujuvasti työn ohessa.

Seuraavaksi sovimme tapaamisen, jossa paikalla olisivat molemmat operaattorit, heidän työnjohtajansa sekä kunnossapidon edustaja. Tässä tapaamisessa esittelin oman ehdotukseni ODR – tehtävistä, jonka jälkeen kävimme keskustelua tehtävien järkevyydestä, suoritusväleistä ja toteutuksesta. Lisäksi operaattoreilta ja kunnossapidolta tuli hyviä ehdotuksia tarkastustehtäviksi. Operaattorien ja kunnossapidon asiantuntemuksen perusteella valitsimme tehtävät, jotka otettiin mukaan ODR:ään. Tehtävät käytiin vielä läpi menetelmäasiantuntijan kanssa, joka suunnitteli töiden tarkan toteutuksen. Hän myös teki töiden suorittamiseen

tarvittavat työohjeet. Työohjeissa on selitetty jokainen ODR – tehtävä sanallisesti sekä havainnollistettu sen suoritusta kuvien avulla. Menetelmäasiantuntijan tarkastuksessa tuli vielä ilmi seikkoja, joiden myötä tehtävistä kolme jouduttiin jättämään pois, koska niiden suorittaminen oli käytännössä liian työlästä.

Edelliseen kappaleeseen liittyen kolmanteen rappuun kuuluu myös ODR – tehtävien suorittamisen helpottaminen. Tehtäviä voidaan helpottaa esimerkiksi tekemällä laitteisiin rakenteellisia muutoksia, jotka yksinkertaistavat vaikkapa laitteen osan kunnan tarkastamista. Kolmen hylätyn tehtävän kohdalla muutoksiin ei kuitenkaan ryhdytty, koska tehtäviä ei koettu tarpeeksi hyödyllisinä muutoksien vaatimaan vaivaan nähden. Täyttölaitteeseen tehtiin kuitenkin yksi muutostyö, joka helpottaa laitteen siirtämistä sen omien pyörien varassa. Aikaisemmin laitteesta lähtevä virtajohto oli niin kireällä, että laitetta ei juurikaan pystynyt siirtämään. Virtajohtoa lyhennettiin niin, että laitteelle saatiin lisää liikkumavaraa.

Kun lopullinen tehtävälista saatiin valmiiksi, tehtiin siitä excel – muotoinen tarkastuslista. Tämä lista ja työohjeet laitetaan myöhemmin täyttövaiheen operaattoreiden näyttöpäätteelle, jolloin he näkevät siitä kunakin päivänä suoritettavat ODR – tehtävät ja suorituksen jälkeen kirjaavat ne tehdyiksi tarkastuslistaan.

Opinnäytetyön lopuksi tehtiin koulutussuunnitelma operaattorien perehdyttämiseksi uuteen menetelmään. Koulutus järjestetään yhdessä osassa ja siihen osallistuvat täyttövaiheen operaattorit sekä heidän esimiehensä. Koulutuksen vetäjänä toimii lean - tuotantojärjestelmän kehittämisestä vastaava insinööri. Koulutuksessa käsitellään seuraavia aihealueita:

- Uusien menetelmien vaikutus työn tuottavuuteen ja laitteiden luotettavuuteen
- 5S – teoria
- 5S – ohjeistuksen läpikäynti

- 5S auditointi
- ODR – teoria
- ODR – tehtävien läpikäynti
- ODR – tehtävien tarkastuslistan (excel) käyttökoulutus
- ODR auditointi

Koulutustilaisuus on oiva hetki motivoida operaattoreita uuden menetelmän toteuttamiseen, johon koulutuksen ensimmäinen aihealue tähtääkin.

Operaattorien suorittamat kunnossapitotehtävät on syytä kouluttaa hyvin, sillä kuten aikaisemmin on todettu, yksinkertaisetkin tehtävät täytyy kouluttaa riittävällä tarkkuudella, jotta virheiden riskit minimoidaan. Pelkän tehtävien koulutustilaisuudessa läpikäymisen lisäksi kunnossapitohenkilöt opastavat operaattoreita tehtäviin laitteiden luona. Työohjeet tukevat operaattoreiden oppimista ja tehtävistä suoriutumista.

RAPPU 4

Tämä opinnäytetyö loppuu kolmanteen rappuun ja loppujen suorittaminen jää toimeksiantajan vastuulle. Neljänteen rappuun siirryttäessä operaattorit suorittavat jo käyttäjäkunnossapitoa ja periaatteessa tälle tasolle päästyään voidaan sanoa käyttäjäkunnossapidon olevan toiminnassa. Seuraavat raput keskittyvätkin toiminnan parantamiseen ja laajentamiseen. Neljännessä rapussa pyritään helpottamaan ODR – tehtävien toteuttamista, kehittämällä parempia suorittamistapoja tai tekemällä teknisiä muutoksia laitteisiin. ODR – tehtävien määrää myös lisätään. Siirrytään yhä haastavampiin tehtäviin, jotka vaativat erityisosaamista ja yhä laajempaa koulutusta.

RAPPU 5

Viidennessä rapussa operaattorit ryhtyvät seuraamaan laitteiden häiriöitä ja mittaamaan laitteiden tehokkuutta esimerkiksi KNL:n ja MTBF:n avulla. Samalla he pyrkivät vähentämään häiriöiden määrää etsimällä häiriöiden syitä. Luvussa 6.3.3 toiminnan mittarointia on suunniteltu, mutta tämän työn aikana sitä ei vielä otettu käyttöön.

RAPPU 6

Kuudennessa rapussa jatketaan ongelmien ratkaisua, mutta nyt keskitytään työmenetelmien parantamiseen. Operaattoreille pidetään menetelmäteknisiä koulutuksia, jotta he pystyisivät kehittämään työpisteidensä toimintaa. Tässä suhteessa kuudes rappu alkaa siirtyä yhä enemmän lean – tuotannon puolelle.

Kuudennessa rapussa otetaan käyttöön myös juurisyiden selvittäminen. Kuudennessa rapussa puututtaviin vaikeisiin ongelmiin vaaditaan entistä enemmän ammattitaitoa, joten käyttöön otetaan myös väliaikaisia kehitystiimejä, jotka ratkovat pulmia.

RAPPU 7

Viimeisessä rapussa operaattorit suorittavat itsenäistä käyttäjäkunnossapitoa ja osaavat ratkoa työpisteessään esiin tulevia ongelmia ja kehittää työpisteensä toimintaa yhä tehokkaammaksi. Toiminnan jatkuvuutta seurataan säännöllisillä auditoinneilla, joilla tarkkaillaan, että rappujen 1-6 kunto on kohdallaan.

6.3 Tulokset

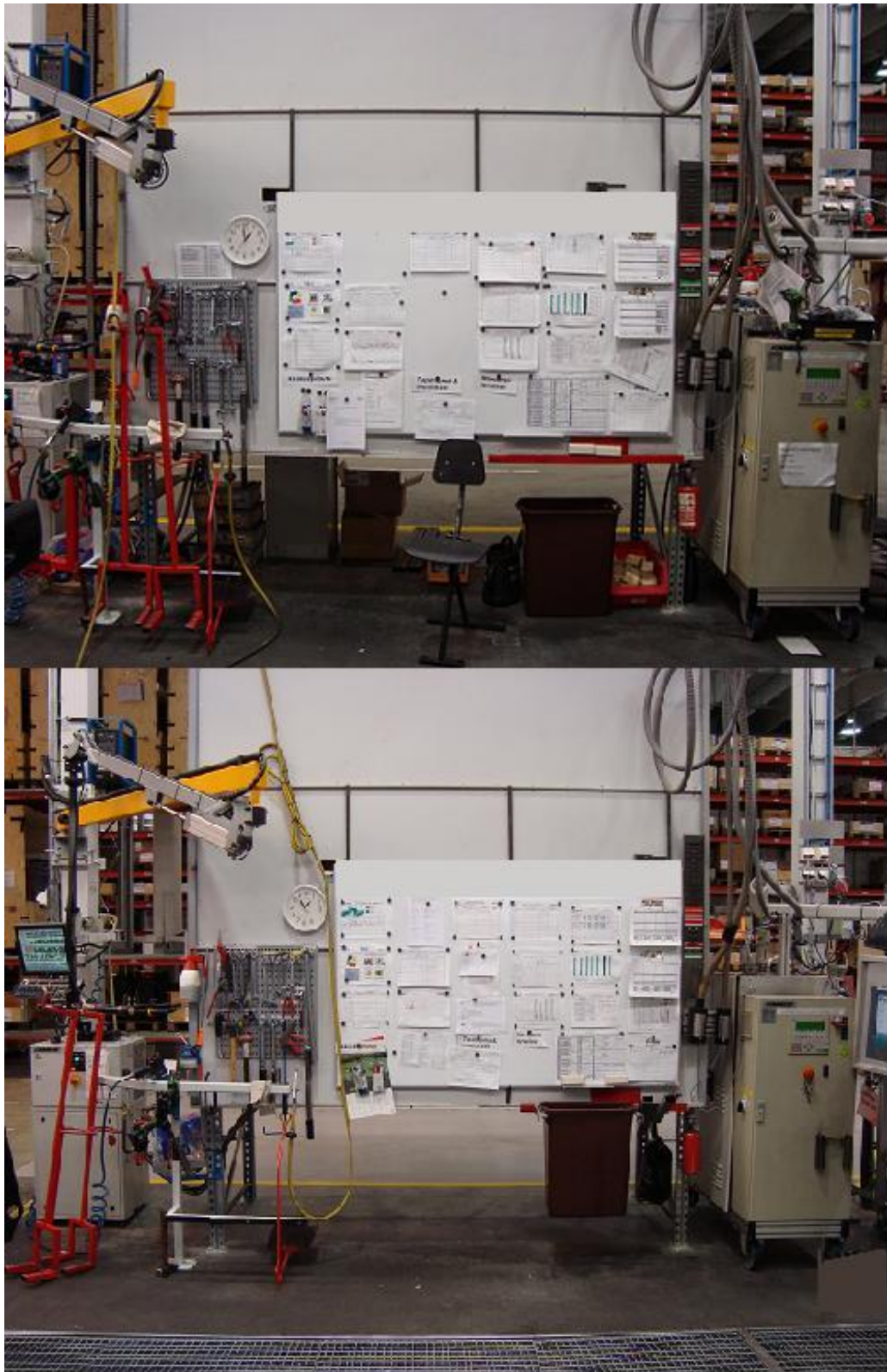
Tiukasta aikataulusta johtuen varsinainen 5S – ja ODR - toiminta ei ehtinyt alkaa ennen tämän työn palautusta. Toteutus saatiin kuitenkin siihen vaiheeseen, että käyttöönotto voi alkaa hyvin pian.

6.3.1 5S:n tulokset

5S:llä saatiin täyttövaiheessa hyviä tuloksia aikaan. Työtilaa saatiin huomattavasti selkeämmäksi ja siistimmäksi. Erotteluvaiheessa työtilasta poistettiin huomattava määrä ylimääräistä tavaraa ja siten työtila saatiin selkeämmän näköiseksi. Jäljelle jääneiden tavaroiden ja työkalujen järjestely ja paikkojen merkintä selkeyttää työtilaa entisestään. Toivon mukaan tämä auttaa karsimaan työvaiheista hukkaan kuluvaan aikaa, kun kaikki työkalut ovat helposti löydettävissä. Seuraavan sivun kuvioissa 12 ja 13 on vertailukuvat täyttövaiheen työpisteen edustasta ja takaosasta ennen ja jälkeen 5S:n. Kuvioissa kannattaa kiinnittää huomiota erityisesti lattioiden ja tasopintojen vapautumiseen.

Työpiste on myös viihtyisämpi ja siistimpi ja pysyykin sellaisena, kun 5S – ohjeistuksen mukaista siivousta ryhdytään toteuttamaan. Siivouksesta tehtiin mahdollisimman helppoa siirtämällä tavarat pois lattioilta ja tasopinnoilta, jolloin niiden siivoaminen on nopeampaa. Siivousta helpotettiin myös lyhentämällä täyttölaitteista lähteviä letkuja ja niputtamalla niitä, kuten kuvion 13 oikeassa alareunassa on huomattavissa. Tämä helpottaa myös kunnossapitäjien mahdollisia korjaustöitä, kun letkut ovat selkeissä nipuissa, eivätkä sekaisin ympäri lattiaa. 5S – ohjeistuksen mukainen siivoaminen aloitettiin vasta opinnäytetyöni valmistumisen jälkeen, joten sen onnistuminen käytännössä jäi näkemättä.

Tiukan aikataulun takia kaikkia parannustoimenpiteitä ei ehditty tekemään ennen työn palautusta. Puuttuvia toimenpiteitä ovat yksittäiset telineet erälle esineille sekä muutamat puuttuvat merkinnät esineiden säilytyspaikoilla. Näistä toimenpiteistä on kuitenkin laadittu dokumentit ja ne toteutetaan työpisteessä mahdollisimman pian.



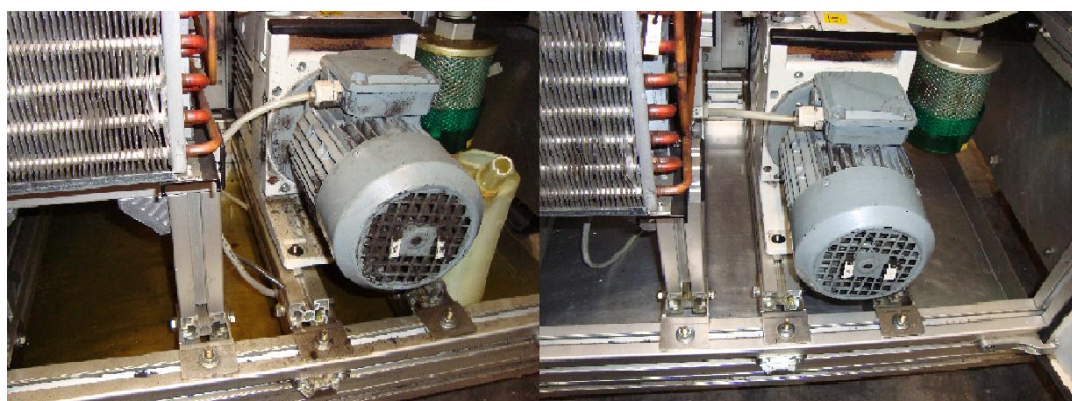
KUVIO 12 Vertailukuva täyttövaiheen työpisteestä.



KUVIO 13 Vertailukuva täyttövaiheen työpisteestä.

6.3.2 ODR:n tulokset

ODR:n avulla saatiin näkyviä tuloksia koneiden puhtauteen. Kuviossa 14 on esitetty täyttölaitteen sisäosat ennen ja jälkeen puhdistuksen. Laitteiden puhtaudella voi olla merkittäviäkin vaikutuksia toimivuuteen ja kunnonvalvontaan. Esimerkiksi mahdollisia nestevuotoja ei välttämättä pystytä huomaamaan, jos laite on jo valmiiksi öljyn ja lian peitossa. Myös kunnossapitotehtävät ovat mielekkäämpiä, jos laitteet ovat siistissä kunnossa.



KUVIO 14 Vertailukuva täyttölaitteen sisältä.

Täyttölaitteen liikkuvuutta parannettiin sen virtajohtoja pidentämällä, jolloin laitteen kunnossapidettävyyttä saatiin parannettua. Nyt esimerkiksi öljynvaihto sujuu yksinkertaisemmin, kun laitteen saa siirrettyä haluamalleen paikalle.

Tämän työn ensisijaiset tulokset ovat ODR – tehtävät, joita operaattorit alkavat suorittamaan. Täyttölaitteen tapauksessa näillä tehtävillä saadaan ehkäisevän kunnossapidon tasoa nostettua huomattavasti, koska se on ollut tähän asti hyvin kevyttä.

	Tehtävä	Suoritustaajuus
1	Täyttöpäiden voitelu vuoron alussa	VUORO
2	Tyypipullon paineen tarkastus	VUORO
3	Täyttölaitteen öljymäärän tarkastus	VIIKKO
4	Tyhjiöpumpun öljyn vaihto	KUUKAUSI
5	Paineilmasuotimen tarkastus ja puhdistus	KUUKAUSI
6	Täyttöainepiirin tarkastus ilmakuplien varalta	KUUKAUSI
7	Öljynerottimen tyhjennys	KUUKAUSI
8	Paineilman öljystimen täyttäminen	KUUKAUSI

KUVIO 15 ODR - tehtävät

Yllä olevassa kuviossa 15 on esitelty kaikki ODR – tehtävät sekä niiden suoritustaajuus. Operaattorit suorittavat näitä tehtäviä joko työn ohessa tai erikseen varattuna aikana. Erikseen näille tehtäville varattua aikaa on jo aikaisemmin mainittu ”lean – tunti”, jolloin on hyvä suorittaa etenkin tehtäviä, jotka vaativat tuotannon seisokin, kuten öljynvaihto. Joka vuoron aikana suoritettavat tehtävät täytyy tehdä kyseisen vuoron aikana mutta viikoittaisissa tehtävissä operaattori voi itse päättää milloin on otollisin aika tehtävän suorittamiseen. Samoin kuukausittaisissa tehtävissä riittää, että ne tehdään tietyllä viikolla. Tehtävien arvioidut suoritusajat vuoron ja viikoin välein suoritettavissa tehtävissä ovat noin minuutti. Kuukausittaisissa tehtävissä kesto vaihtelee minuutista noin kymmeneen minuuttiin.

ODR – tehtävien seurantaan helpottamaan tehty excel – muotoinen tarkastuslista (Kuvio 16) on myös hyvä väline historiatiedon keräämiseen. Tarkastuslistaan on merkitty kaikki lähitulevaisuuden ODR – tehtävät ja operaattoreiden on helppo tarkistaa kunkin päivän ja viikon tehtävät. Listassa on oma osionsa virheiden tai poikkeamien raportointiin. Tähän osioon voidaan merkitä esimerkiksi syy siihen, että jotain tehtävää ei ole suoritettu määrättyä aikana. Tarkastuslistasta pyrittiin

tekemään värien avulla mahdollisimman visuaalinen, jolloin esimiehen on helppo käydä lista läpi ja nähdä yhdellä vilkaisulla mahdolliset ongelmat. Vihreällä värillä merkitään tehtyjä tehtäviä ja punaisella tekemättömiä.

	A	B	C	D	E	F	G	H
8								
9				TOUKOKUU 2011				
10		Tehtävä	Suoritusasteisuus	18	19	20	21	22
11	1	Täyttöpäiden voitelu vuoron alussa	VUORO	MA OK	NOK	NOK	NOK	NOK
12	2	Tyypipullon paineen tarkastus	VUORO	MA OK	NOK	NOK	NOK	NOK
13	3	Täyttölaitteen öljymäärän tarkastus	VIKKO	OK	NOK	NOK	NOK	NOK
14	4	5S+1 Auditointi	VIKKO	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
15	5	Tyhjiöpumpun öljyn vaihto	KUUKAUSI	NOK				NOK
16	6	Paineilmasuotimen tarkastus ja puhdistus	KUUKAUSI	x OK NOK	NOK			
17	7	Täyttöaineisiin tarkastus ilmakuplien varalta	KUUKAUSI		NOK			
18	8	Öljynerottimen tyhjennys	KUUKAUSI			NOK		
19	9	Paineilman öljystimen täyttäminen	KUUKAUSI			NOK		

KUVIO 16 ODR - tehtävien tarkastuslista

ODR – toiminnalle laadittiin myös vastuumatriisi, joka määrittää vastualueet aina operaattoreista tehtaan johtoon saakka. Näin ODR – toiminnan suorittaminen ja johtaminen selkeytyy, kun jokaiselle on jaettu omat vastuunsa. Tämä tukee myös menetelmän jatkuvuutta.

6.3.3 Mittarointi

Osana opinnäytetyötä laadin ehdotuksen siitä miten ODR:n vaikutuksia laitteiden kuntoon voidaan seurata. Mittarointia ei otettu käyttöön vielä tämän työn valmistuttua, vaan se käynnistetään myöhempanä ajankohtana.

Mittaroinnilla ryhdytään seuraamaan täyttölaitteen toimintaa ja sen luotettavuuden kehitystä. Mittareina päätin käyttää tuotannon kokonaistehokkuutta (KNL) sekä

keskimääräistä vikaantumisaikaa (MTBF). KNL:n osatekijät ja kaavat löytyvät luvusta 5.1.2. Koska tarkoitus on seurata ainoastaan täyttölaitteen KNL:ää, on kaavoissa jätetty huomioimatta täyttövaiheessa suoritettavat nestetäytön ulkopuoliset tehtävät. Näin ollen käytettävyys tarkoittaa ainoastaan täyttölaitteen käytettävyyttä. Toiminta-asteen kaavassa tehdyksi tuotannoksi lasketaan onnistuneesti tehtyjen nestetäyttöjen määrä ja laatukertoimessa otetaan huomioon vain täyttölaitteesta johtuvat laatuviat.

Tarvittavat tiedot KNL:n laskemiseen saadaan seuraamalla laitteen toimintaa ja kirjaamalla tietoja ylös. Käytettävyiden saamiseksi tulee laitteen häiriöt ja seisokit kirjata ylös. Suunniteltu tuotantoaika saadaan tuotannonohjaukselta. Toiminta-asteen kaavassa tarvittavasta tehdystä tuotannosta operaattoreiden täytyy pitää kirjaa, koska täytön epäonnistuminen ei kirjaudu automaattisesti mihinkään järjestelmään. Laatukertoimen tiedot taas saadaan testausvaiheen laaduntarkkailusta.

Yksi tapa häiriöiden kirjaamiseen on excel – pohjainen taulukko. Kuviossa 17 on esitetty yksi alustava vaihtoehto tällaisesta. Taulukossa on kaksi välilehteä, häiriölista ja mittarit. Operaattorit kirjaavat listaan häiriöitä, joista lasketaan laskukaavan avulla käytettävyttä sekä MTBF:ää. Tulokset luetaan mittarit – välilehdeltä. Mittarit – välilehdelle täytetään myös tuotantoa koskevat lähtötiedot, joista KNL lasketaan. Taulukkoon merkitään myös muita kuin täyttölaitteen häiriöitä, esimerkiksi jonkin materiaalin loppuminen. KNL – kaava on kuitenkin laadittu niin, että se huomioi vain täyttölaitteen häiriöt. Taulukosta nähdään myös yleisin häiriö sekä häiriön aiheuttaja. Häiriöt ja niiden aiheuttajat valitaan alasvetovalikossa olevista valmiista vaihtoehtoista. Tämä helpottaa tilastojen automaattista päivittämistä sekä eliminoi epämääräisten kirjauksien riskin. Kuvion 17 tapauksessa KNL:ää on laskettu viikon ajanjaksolta. Seuranta voisi tehdä jopa vuorokohtaisesti, mutta sen harkitseminen ja päättäminen jää toimeksiantajan tehtäväksi. Kuvion 17 arvot ovat kuvitteellisia.

	A	B	C	D	E	F
1	HÄIRIÖ	AIHEUTTAJA	TÄYTTÖPROESSIN KESKEYTYMINEN	LISÄTIETOA	ALKU PVM	LOPPU PVM
2	Täyttö ei onnistunut	Täyttölaite	Kyllä		11.4.2011 12:00	11.4.2011 12:30
3	Täyttö ei onnistunut	Täyttölaite	Kyllä		13.4.2011 12:00	13.4.2011 12:10
4	Materiaali loppu	Keräily	Kyllä		14.4.2011 12:00	14.4.2011 13:15
5	Täyttö ei onnistunut	Täyttölaite	Kyllä		15.4.2011 19:00	15.4.2011 19:30

2	MITTARIT		MITTAREIDEN LÄHTÖTIEDOT	Punaiset päivitettävä manuaalisesti
3	MTBF (h)=	25:16:15	Tuotantoaika (h)=	70
4	K (Täyttölaite)=	0,998561508	Suunniteltu tuotanto (kpl)=	210
5	N (Täyttölaite)=	0,985714286	Tehty tuotanto ilman häiriöitä (kpl)=	207
6	L (Täyttölaite)=	0,995238095	Kokonaistuotantomäärä (kpl)=	210
7	KNL (Täyttölaite)=	97,96092181	Vialliset tuotteet (kpl)=	1
8	Yleisin häiriö=	Täyttö ei onnistunut	Täyttölaitteen häiriöt (kpl)=	3
9	Häiriöt (kpl)=	4		
10	Yleisin aiheuttaja=	Täyttölaite		

KUVIO 17 Häiriöiden seuranta ja mittarointi – taulukko.

6.3.4 Kehitysehdotuksia

Tämä luku sisältää toimeksiantajani kunnossapito – toimintaan liittyviä kehitysehdotuksia, joita havaitsin reilun kahden kuukauden aikana tätä opinnäytetyötä tehdessäni.

KUNNOSSAPIDON ORGANISOINTI

Yrityksen kunnossapito – organisaatio koostuu tällä hetkellä oikeastaan pelkistä asentajista. Kunnossapidon johtaminen on yhden tuotannon puolella työskentelevän henkilön vastuulla. Tämä asettaa kokemukseni mukaan kunnossapidon hieman toisarvoiseen asemaan, eikä se välttämättä saa riittävästi tukea ja opastusta johdolta. Samasta syystä johtuen kunnossapidon kehittyminen on hyvin epätodennäköistä. Mielestäni kunnossapidolle pitäisi nimittää oma vastaavansa, joka hallinnoi

ainoastaan kunnossapitoa ja vastaa sen kehittämisestä. Samalla kunnossapidolle tulisi asettaa selvät tavoitteet esimerkiksi ennakoivan kunnossapidon lisäämisen ja suunnittelemattomien seisokkien vähentämisen suhteen. Kokoonpanotehtaalte on luultavasti tulossa suurehkoja investointeja tulevaisuudessa, joten laitekannan mahdollisen lisääntymisen ja teknistymisen vuoksi olisi hyvä, että kunnossapito järjestyisi uudelleen tulevia haasteita varten.

KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ

Yrityksen kunnossapidolla on käytössä Camlinen tietojärjestelmä, mutta sen käyttö ei ole mielestäni lainkaan niin tehokasta kuin se voisi olla. Kaikki tehtaalla suoritettavat kunnossapitotehtävät pitäisi kirjata järjestelmään, jotta historiatietoa saataisiin kerrytettyä. Nyt osa huolloista tehdään Camlinen, osa excel – taulukon, ja osa laitteiden omien huoltomanuaalien kautta. Kunnossapidon toteuttaminen olisi yksinkertaisempaa ja tehokkaampaa, jos kaikki hoituisi yhden järjestelmän kautta. Huoltomanuaalien mukaisia huoltoja tehdessä kunnossapitohenkilöt ovat kirjanneet huoltoja erinäisiin vihkoihin. Näiden vihkojen säilyvyys ja merkintöjen tarkkuus on arveluttavaa. Myöskään kaikkia korjaustöitä ei tietojeni mukaan merkitä mihinkään. Tällöin kunnossapitohenkilöille kertyy paljon ns. ”hiljaista tietoa”. Tämän tiedon tulisi olla sähköisessä muodossa, jotta se olisi jatkuvasti hyödynnettävissä.

Ymmärtääkseni yksi tekijä Camlinen heikossa käyttöasteessa on sen huono toimivuus. Camline on ollut herkkä kaatumaan. Tällöin pitäisi panostaa järjestelmän ylläpitoon tai harkita jopa uuden järjestelmän hankkimista. Näitä toimenpiteitä on kuitenkin hankala toteuttaa ennen kuin kunnossapidon organisointiin on panostettu enemmän.

7 POHDINTA

7.1 Tavoitteiden saavuttaminen

Opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin mielestäni hyvin. Yritys pystyy tämän työn perusteella aloittamaan käyttäjäkunnossapitotoiminnan täyttövaiheessa. Työssä luotiin myös johtamismenetelmiä (excel – taulukot, 5S – ohjeistus), joita voidaan hyödyntää, jos menetelmää laajennetaan tehtaan muihin työpisteisiin. Uskon, että ODR – toiminta lähtee täyttövaiheessa hyvin liikkeelle. Suurimpana riskinä on ns. liekin sammuminen eli, jos tiiminvetäjä ei ylläpidä menetelmän jatkumista säännöllisesti ja toiminta lopahtaa.

Työssä käytettiin melko mekaanista seitsemän portaan ohjelmaa ODR:n toteuttamiseen. Siksi työn eteneminen oli melko selkeää ja johdonmukaista. Suurin haaste oli ODR:n käytännön toteutuksen miettiminen eli kuinka tehtävien suorittamista tarkkaillaan ja johdetaan. Suuri osa ajasta kuluikin eri vaihtoehtojen punnitsemiseen ja suunnitteluun. Mittarointi jäi työn valmistuttua sellaiseen vaiheeseen, että sen käytännön toteuttamisessa olisi vielä riittänyt työn sarkaa.

Vaikka 5S ja ODR ovatkin johdonmukaisia ja melko yksinkertaisen kuuluisia menetelmiä, ei niiden käytännön toteutus käy hetkessä. Työn lopussa huomasinkin, että työhön varattu reilut kaksi kuukautta ei ollut riittävän pitkä aika menetelmien täydelliseen läpiviemiseen. Varsinkin 5S:ssä jäi vielä useita parannustoimenpiteitä tekemättä. Ongelmana oli miestyövoiman saaminen parannustöihin. Tiukkojen tuotantoaikataulujen vuoksi operaattorit eivät ehtineet suorittaa kaikkia toimenpiteitä. Eräs menetelmän hyvin tunteva henkilö mainitsikin, että ODR:n läpiviennissä yhden rapun tekeminen vie yleensä noin kuukauden. Nyt toteutettiin kolme rappua kahdessa kuukaudessa.

7.2 Yhteenveto

Opinnäytetyön aihe oli minulle mieleinen ja kiinnostava heti alusta lähtien. Aihe tuki hyvin opintojani ja ammatillista kehittymistäni. Oli myös mielenkiintoista päästä tutustumaan lean – tuotantojärjestelmän kehitykseen ja olla osana tätä kehitystä. Teoriatiedon etsiminen oli tietyissä aihepiireissä helppoa ja joissain hieman hankalampaa. Itse ODR:stä ei vielä ole kovin paljon kirjallisuutta, joten tiedonhankinta oli ajoittain hankalaa. Aiheesta on onneksi tehty pari opinnäytetyötä, joiden avulla siitä sai hyvän yleiskuvan. Kunnossapidon erikoistumisopinnoista olin saanut hyvän pohjan kunnossapidon teoriaan ja näistä tiedoista olikin paljon hyötyä työn toteutuksessa. Eniten hyötyä oli luultavasti ennakoivan kunnossapidon suunnittelun ja käyttövarmuustekniikan opinnoista. Suurena tietolähteenä lean – asioissa toimi ohjaajani toimeksiantajan puolelta. Aiheesta on olemassa myös hyvin paljon kirjallisuutta. Aivan opinnäytetyön loppumetreillä pääsin vielä tapaamaan lean – konsulttia, jonka tapaaminen antoi uusia ajatuksia ODR – menetelmästä ja siitä kuinka se voidaan toteuttaa.

Kaiken kaikkiaan olen tyytyväinen opinnäytetyön toteutumiseen. Aiheen laajuus ja haastavuus olivat sopivat, hieman tiukkaa aikataulua lukuun ottamatta, mikä oli tosin tiedossa jo työtä aloitettaessa. Lean - tuotanto ja käyttäjäkunnossapito ovat molemmat vielä melko uusia käsitteitä suomalaisessa teollisuudessa. Molemmat ovat kuitenkin tekemässä tuloaan myös tänne ja uskon, että opinnäytetyössä saamastani kokemuksesta tulee olemaan hyötyä työelämässä.

LÄHTEET

Dennis P. 2007. Lean production simplified. Productivity press, USA.

Järviö J. 2007. Kunnossapito. KP- Media Oy, Helsinki.

Kunnossapitoyhdistys ry. 2007. Kunnossapito Suomen kansantaloudessa. Viitattu 14.3.2011. <http://www.promaint.net>, tietopankki, johtaminen, lukuja, kunnossapito 2007 pdf.

Liker J. 2006. Toyotan tapaan. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Marjakoski M. 2010. Johdanto luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon. Opetusmateriaali. Viitattu 29.4.2011

Numminen A. Kunnossapitolehti. 1/2005. ODR osana käynnissäpito – ja kunnossapitotoimintaa. Kunnossapitoyhdistys ry.

PSK 6201. 2003. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 8. PSK Standardisointi. Viitattu 17.2.2011. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, PSK-standardit.

SKF. 2006. SKF Operator driven reliability. Esite.

Toyota motor corporation. Internet – sivut. 2010. Viitattu 21.2.2011. <http://www.toyota-global.com>, company, visions & philosophy, TPS, origin of the TPS.

TPM Online. Internet – sivut. 2010. Viitattu 4.3.2011. http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/5s_philosophy.htm

Wilson L. 2009. How to implement lean manufacturing. McGraw-Hill Professional Publishing.

Wireman T. 2004. Total productive maintenance. Industrial press, USA.

LIITTEET

Liite 1. Opinnäytetyön aikataulu

